

Tomás Honaiser Rostirolla

**PAISAGEM SONORA DO PARQUE ESTADUAL
DA SERRA DO TABULEIRO:
RIQUEZA E DIVERSIDADE ACÚSTICA
DE UM TRECHO DE MATA ATLÂNTICA**

Trabalho elaborado como requisito
para colação de grau de licenciado no
Curso de Graduação em Ciências
Biológicas.

Orientador:

Prof. Alexandre Paulo Teixeira
Moreira

Coorientador:

Biól. Fernando de Farias Bittencourt

Banca avaliadora:

Eliziane Oliveira, MsC.
Orlando Ednei Ferretti, Dr.
Andrei Langeloh Ross, MsC.

Florianópolis
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor através do
Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Honaizer Rostirolla, Tomás
PAISAGEM SONORA DO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO
TABULEIRO : RIQUEZA E DIVERSIDADE ACÚSTICA DE UM
TRECHO DE MATA ATLÂNTICA / Tomás Honaizer
Rostirolla ; orientador, Alexandre Paulo Teixeira
Moreira, 2018.
102 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas,
Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. Bioacústica. 3.
Ecologia acústica. 4. Paisagens sonoras. I.
Teixeira Moreira, Alexandre Paulo. II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências
Biológicas. III. Título.

Tomás Honaiser Rostirolla

**PAISAGEM SONORA DO PARQUE ESTADUAL
DA SERRA DO TABULEIRO:
RIQUEZA E DIVERSIDADE ACÚSTICA
DE UM TRECHO DE MATA ATLÂNTICA**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de
Licenciado e aprovada em sua forma final pelo Curso de Graduação em
Biologia

Florianópolis, 06 de dezembro de 2018.

Prof. Carlos Roberto Zanetti, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Alexandre Paulo Teixeira Moreira, MsC.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Biól. Fernando de Farias Bittencourt
Corientador

Eliziane Oliveira, MsC.
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Orlando Ednei Ferretti, Dr.
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Andrei Langeloh Ross, MsC.
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Para minha família e colegas.
Obrigado por me apoiarem nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

Vendo finalizado este trabalho, fica difícil incluir aqui todas as pessoas que de alguma forma fizeram parte da construção deste projeto como um todos, desde aqueles que me ajudaram e apoiaram diretamente, quanto aqueles que me incentivaram durante todo este trabalho. A todas e todos sou imensamente grato.

Quero agradecer à minha família que me incentivou durante toda a vida ao estudo e a perseguir este sonho de fazer ciência, minha mãe e pai, Andréa e João Augusto, meus irmãos que me deram muita força e meus avós que me incentivaram desde cedo a amar a ciência.

À minha companheira Mayana, que esteve ao meu lado desde o começo com seu apoio, companheirismo e imenso carinho. Você fez esta jornada ser muito mais cheia de amor.

Ao meu orientador, Alexandre, uma pessoa incrível, cuja dedicação ao ensino foi e sempre será inspiradora, seu apoio, paciência e conversas formadoras sempre estarão em minhas memórias, e também ao meu coorientador Fernando, colega, tutor na ornitologia e inestimável amigo.

Aos meus colegas do curso de graduação em Ciências Biológicas das mais diversas etapas, em especial a turma 2012-1, especialmente os Corruíras Americanas Cadu, Daniel e Eike, e os Irrelevantes, pelas amizades e pessoas incríveis.

Aos professores do curso de Ciências Biológicas, por todo o conhecimento e tempo passado junto, fosse este em aula, projetos, grupos ou nas conversas, especialmente Kay, Mariana, Adriana e Giordano.

Aos vários grupos nos quais tive o prazer de participar, como o Centro Acadêmico de Biologia, o PET-Biologia sob a tutela da Prof.^a Tânia, o Grupo de Estudos e Educação Ambiental, o Grupo de Estudos em Evolução, o Projeto Imagine, meus colegas transbordaram diversas barreiras que o ensino limitado às salas de aula nos põe.

Aos Somitos, banda autopoietica, colegas de fantásticas conversas, inúmeros ensaios abertos e pontuais e memoráveis shows.

Aos meus colegas de estágio Kauan e Satyabhama, pelos muito

quilometro de trilhas, risadas e apoio em campo.

Por fim, quero agradecer à Universidade Federal de Santa Catarina, por ter proporcionado a estrutura para que todo este processo se desenvolvesse, ao Hotel Plaza Caldas da Imperatriz, onde pude desenvolver este trabalho, em especial ao Fernando, grande biólogo e fantástico chefe, e à comunidade de pesquisadores em bioacústica e ecoacústica, a qual tenho o prazer de fazer parte.

Minha eterna gratidão.

“Acho que rejeitamos a evidência de que nosso mundo está mudando porque ainda somos, como nos lembrou o maravilhosamente sábio biólogo E. O. Wilson, carnívoros tribais. [...] Ainda achamos alienígena o conceito de que nós e o resto da vida, das bactérias às baleias, somos partes de uma entidade muito maior e diversa, a Terra viva.”

- James Lovelock

RESUMO

Cada lugar possui uma comunidade acústica própria que forma uma grande sinfonia de sons, uma paisagem sonora composta de biofonias, geofonias e antropofonias, onde diversos processos e padrões ecológicos podem ser observados. A rapidez com que a ecologia acústica pode ser utilizada na avaliação de ambientes constitui uma ferramenta importante para a conservação frente à rápida diminuição de áreas com alta biodiversidade ainda existentes. Este trabalho busca descrever a riqueza e diversidade de sinais acústicos, seus emissores e padrões circadianos e sazonais presentes em um trecho de Mata Atlântica secundária no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (SC). Os dados foram obtidos através do monitoramento acústico passivo em 9 pontos amostrais ao longo de 5 esforços amostrais entre outubro de 2016 e junho de 2017 e posterior análise sonográfica, com anotação das espécies e fonótipos presentes na paisagem sonora quanto à sua presença, horário, quantidade estimada de indivíduos e qualidade do sinal. Determinamos um total de 20274 anotações em 6048 amostras de 1 minuto. Os sinais cuja determinação foi mais precisa foram as aves e os anuros, enquanto fonótipos de insetos ainda carecem de descrição e disponibilização em bases de dados para comparação. A maior atividade acústica ocorreu durante a primavera e verão, com aves e insetos dominando a paisagem sonora diurna e anuros e insetos principalmente no começo da noite, diminuindo ao longo da madrugada.

Palavras-chave: Bioacústica. Ecologia acústica. Paisagens sonoras.

ABSTRACT

Each place have it own acoustic community that create a great symphony of sounds, a soundscape composed by biophonies, geophonies and anthropophonies, where a diversity of ecological processes and patterns can be seen. The readiness that acoustic ecology can be used on environment assessment constitutes a important tool for conservation facing the quick loss of existent biodiversity hotspots areas. This work aims to describe the richness and diversity of acoustic signals, their emissors and circadian and seasonal patterns present in a Atlantic Rain Forest patch in the Serra do Tabuleiro State Park (Santa Catarina, Brazil). The data was obtained through passive acoustic monitoring in 9 points throughout 5 sampling efforts between 2016 october and 2017 june and its posterior sonographic analysis, noting species and phonotypes present in the soundscape and their presence, time, estimated individuals quantity and signal quality. We determined a 20274 notations total in 6048 one minute sample. The signal which determination was more precise were birds and anurans, while insects phonotypes still lacks description and availability in reference databases. The highest acoustic activity occurred during spring and summer, with birds and insects owning the diurnal soundscape and anurans and insects mainly at dawn, continually decreasing until down dawn.

Keywords: Bioacoustics. Acoustic ecology. Soundscapes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dinâmica de uma paisagem sonora	18
Figura 2 - Área de estudo e pontos amostrados	24
Figura 3 - Unidades de gravação e instalação	25
Figura 4 - Programas utilizados na análise de dados	26
Figura 5 - Representação da composição acumulada de anotações	30
Figura 6 - Relação das anotações totais	31
Figura 7 - Resumo das anotações de aves	32
Figura 8 - Resumo das anotações de anfíbios	33
Figura 09 - Resumo das anotações de insetos	33
Figura 10 - Síntese de todas as coletas	35
Figura 11 - Síntese das coletas de outubro	36
Figura 12 - Síntese do seis dias de coletas de outubro no Ponto 1	37
Figura 13 - Síntese do seis dias de coletas de outubro no Ponto 2	38
Figura 14 - Síntese das coletas de dezembro	39
Figura 15 - Síntese do seis dias de coletas de dezembro no Ponto 3	40
Figura 16 - Síntese do seis dias de coletas de dezembro no Ponto 4	41
Figura 17 - Síntese das coletas de fevereiro	42
Figura 18 - Síntese do seis dias de coletas de fevereiro no Ponto 5	43
Figura 19 - Síntese do seis dias de coletas de fevereiro no Ponto 6	44
Figura 20 - Síntese do seis dias de coletas de fevereiro no Ponto 7	45
Figura 21 - Síntese das coletas de abril	46
Figura 22 - Síntese do seis dias de coletas de abril no Ponto 1	47
Figura 23 - Síntese do seis dias de coletas de abril no Ponto 5	48
Figura 24 - Síntese do seis dias de coletas de abril no Ponto 8	49
Figura 25 - Síntese das coletas de junho	50
Figura 26 - Síntese do seis dias de coletas de junho no Ponto 1	51
Figura 27 - Síntese do seis dias de coletas de junho no Ponto 5	52
Figura 28 - Síntese do seis dias de coletas de junho no Ponto 8	53
Figura 29 - Síntese do seis dias de coletas de junho no Ponto 9	54
Figura 30 - Acumulação de anotações de <i>Phaethornis eurynome</i>	55
Figura 31 - Acumulação de anotações de <i>Xiphorhynchus fuscus</i>	56
Figura 32 - Acumulação de anotações de <i>Chiroxiphia caudata</i>	56
Figura 33 - Acumulação de anotações de <i>Schiffornis virescens</i>	57
Figura 34 - Acumulação de anotações de <i>Pachyrhamphus castaneus</i>	57
Figura 35 - Acumulação de anotações de <i>Tolmomyias sulphurescens</i>	58
Figura 36 - Acumulação de anotações de <i>Attila rufus</i>	58
Figura 37 - Acumulação de anotações de <i>Lathrotriccus euleri</i>	59
Figura 38 - Acumulação de anotações de <i>Vireo chivi</i>	59

Figura 39 - Acumulação de anotações de <i>Turdus rufiventris</i>	60
Figura 40 - Acumulação de anotações de <i>Turdus albicollis</i>	60
Figura 41 - Acumulação de anotações de <i>Basileuterus culicivorus</i>	61
Figura 42 - Acumulação de anotações de <i>Tachyphonus coronatus</i>	61
Figura 43 - Acumulação de anotações de <i>Proceratophrys boiei</i>	62
Figura 44 - Acumulação de anotações de <i>Bokermannohyla hylax</i>	62
Figura 45 - Acumulação de anotações de <i>Dendropsophus minutus</i>	63
Figura 46 - Acumulação de anotações de <i>Boana bischoff</i>	63
Figura 47 - Acumulação de anotações de <i>Boana faber</i>	64
Figura 48 - Acumulação de anotações de <i>Scinax perereca</i>	64
Figura 49 - Acumulação de anotações de <i>Hylodes aff. perplicatus</i>	65
Figura 50 - Acumulação de anotações de <i>Physalaemus nanus</i>	65
Figura 51 - Acumulação de anotações de <i>Adenomera engelsi</i>	66
Figura 52 - Acumulação de anotações de <i>Leptodactylus gracilis</i>	66
Figura 53 - Acumulação de anotações de <i>Ischnocnema aff. henselii</i>	67
Figura 54 - Acumulação de anotações de <i>Ischnocnema sp.</i>	67
Figura 55 - Acumulação de anotações de <i>Rhinella sp</i>	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Meses, pontos de coleta e número de amostras	25
Tabela 2 - Filtros utilizados	26
Tabela 3 - Informações presentes no registro de dados	27
Tabela 4 - Categorias de biofonias	28
Tabela 5 - Categorias de geofonias	28
Tabela 6 - Categorias de antropofonias	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	A PAISAGEM SONORA	17
1.2	ECOLOGIA ACÚSTICA	19
1.3	OBJETIVOS	22
1.3.1	Objetivos específicos	22
2	MATERIAIS E MÉTODOS	23
2.1	ÁREA DE ESTUDO	23
2.2	GRAVAÇÃO, REGISTRO E ARMAZENAMENTO	24
2.2.1	Unidades de Gravação Autônomas	24
2.2.2	Protocolo de amostragem, registro e armazenamento	25
2.3	VISUALIZAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E REGISTRO	26
2.3.1	Identificação, anotação e catálogo de referência	27
2.3.2	Categorias de emissores sonoros	28
2.4	ANÁLISE	29
2.4.1	Riqueza, curva de coleta e distribuição de espécies	29
2.4.2	Variação temporal do uso da paisagem sonoras	29
3	RESULTADOS	31
3.1	RIQUEZA E DIVERSIDADE DE SINAIS	31
3.1.1	Aves	31
3.1.2	Anfíbios	32
3.1.3	Insetos	33
3.1.4	Mamíferos	33
3.1.5	Biofonias não determinadas	34
3.1.6	Geofonias	34
3.1.7	Antropofonias	34

3.2	ANOTAÇÕES TOTAIS	35
3.2.1	Outubro de 2016	36
3.2.1.1	Ponto 1 - Trilha do Guaramirim	37
3.2.1.2	Ponto 2 - Ponto do Rabo-branco	38
3.2.2	Dezembro de 2016	39
3.2.2.1	Ponto 3 - Mata da Pousada	40
3.2.2.2	Ponto 4 - Ponto do Enferrujado	41
3.2.3	Fevereiro de 2017	42
3.2.3.1	Ponto 5 - Lagoa da Pousada	43
3.2.3.2	Ponto 6 - Entrada do Guaramirim	44
3.2.3.3	Ponto 7 - Ponto do Macuco	45
3.2.4	Abril de 2017	46
3.2.4.1	Ponto 1 - Trilha do Guaramirim	47
3.2.4.2	Ponto 5 - Lagoa da Pousada	48
3.2.4.3	Ponto 8 - Subida da Estrada Velha	49
3.2.5	Junho de 2017	50
3.2.5.1	Ponto 1 - Trilha do Guaramirim	51
3.2.5.2	Ponto 5 - Lagoa da Pousada	52
3.2.5.3	Ponto 8 - Subida da Estrada Velha	53
3.2.5.4	Ponto 9 - Trilha da Clareira	54
3.3	PADRÕES CIRCADIANOS E SAZONAIS	55
3.3.1	Aves	55
3.3.2	Anuros	62
4	DISCUSSÃO	69
4.1	RIQUEZA E DIVERSIDADE	70
4.2	PADRÕES TEMPORAIS DA PAISAGEM SONORA	74
4.3	TRABALHOS FUTUROS	77

4.3.1	Reconhecimento automatizado	77
4.3.2	Índices Acústicos Automatizados	78
4.3.3	Acesso e uso do banco de dados	79
4.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO	80
4.5	ENFIM, O QUE DIZ O PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO TABULEIRO?	81
5	CONCLUSÕES	84
	REFERÊNCIAS	82
	APÊNDICE A – Riqueza e número de anotações por espécie ou fonótipo	92
	APÊNDICE B – Frequências dos fonótipos de ortópteros	101

1 INTRODUÇÃO

Cada lugar no mundo possui características próprias, uma personalidade natural impressa em seus inúmeros traços e no seu ritmo - um mosaico global de florestas, cidades, grandes zonas rurais, desertos, o gigantesco oceano e suas praias. Esta composição confere às paisagens sons que se combinam em uma *Grande Orquestra da Natureza* (KRAUSE, 2013). Antes mesmo da vida se originar, o mundo já era povoado com diversos sons: chuvas, ventos, trovões, ondas, vulcões, impactos meteóricos. Com o tempo, a vida surgiu, se desenvolveu: primeiro os oceanos foram tomados pelas diversas formas de invertebrados, surgiram os peixes, a vida aos poucos tomou a terra e a povoou, dando novas notas e sons à sinfonia do mundo.

Porém, com o surgimento da sociedade humana, aos poucos estes sons foram sendo substituídos ou acrescidos pelos sons das cidades. Primeiro em alguns pontos, e em pouquíssimo tempo, tomamos o mundo com uma invasiva esquizofonia - oceanos foram tomados pelo som de barcos e lanchas, o ar foi tomado de aviões, e a terra foi preenchida com o som de fábricas e máquinas (SCHAFER, 1977).

A crescente atividade humana, e sua interferência sobre a biosfera vem diminuindo a biodiversidade do mundo todo, restando poucas áreas onde ainda seja encontrada uma grande diversidade (BUNCE et al., 2013; MYERS et al., 2000). Com as mudanças globais e a pressão da atividade humana, pensar formas de preservar a biodiversidade existente se torna cada vez mais imperativas, e a busca por meios de avaliar a diversidade existente de forma rápida requer atenção urgente (MAGNUSSON et al., 2018; SUEUR et al., 2008; TOWSEY et al., 2014).

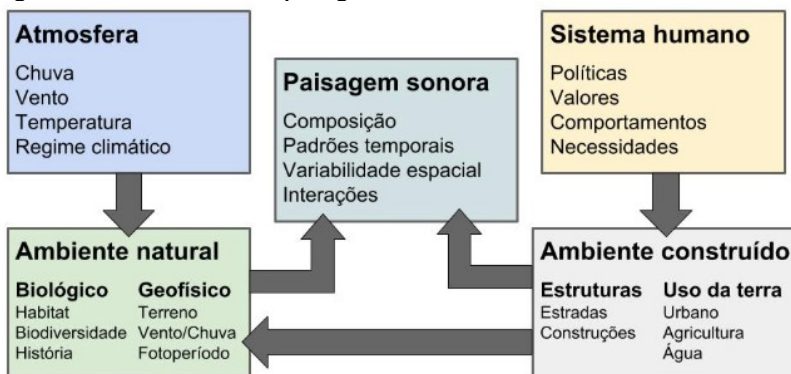
1.1 A PAISAGEM SONORA

O termo “paisagem sonora” é utilizado em diversas disciplinas, cada uma com suas particularidades, mas de forma geral, a paisagem sonora pode ser entendida como o conjunto de sons ocorrendo em uma área (BROWN et al., 2011; PIJANOWSKI et al., 2011a).

PIJANOWSKI et al. (2011a) definem a paisagem sonora como “a coleção de sons biológicos, geofísicos e antropogênicos que emanam da paisagem e que variam no espaço e tempo refletindo sistemas

ecossistêmicos e atividades humanas importantes”¹ (tradução do autor) (Figura 1). É composta pela geofonia (sons provenientes do meio geofísico, como rios, ondas, chuvas, vento e a forma que o som se propaga nesses ambientes), pela biofonia, ou zoofonia (sons produzidos por animais), e pela antropofonia (sons advindos das diversas atividades humanas), combinados em uma grande comunidade acústica (FARINA; JAMES, 2016). Dentro desta comunidade, uma série de relações se estabelecem, numa troca constante de informação entre indivíduos e com o ambiente, refletindo as histórias evolutivas daquelas espécies e daquele local. A dinâmica da paisagem geográfica, sua topologia e localização, presença de cursos ou corpos d’água, padrões climatológicos, regimes de chuvas, ventos, variação de temperatura, duração do dia e da noite, ocupação vegetal, densidade, altura, distribuição, a diversidade animal, tudo isto coevolui no tempo e espaço, onde buscamos compreender a história e característica destes locais e destas espécies (KRAUSE, 1987).

Figura 1 - Dinâmica de uma paisagem sonora.



Fonte: Adaptado de PIJANOWSKI et al., 2011a.

À medida que as espécies evoluíram, a capacidade de extrair informação destes sons se tornou fundamental para que os seres escolhessem onde melhor habitar, assim como para desenvolver estratégias (FARINA, 2018), começando com sua ontogenia, capacidades físicas, órgãos e sensibilidade sonora, questões de fundamento desenvolvimental e fisiológico, estratégias de ocupação do

1 “the collection of biological, geophysical and anthropogenic sounds that emanate from a landscape and which vary over space and time reflecting important ecosystem processes and human activities”

espaço, seja de forma temporal ou espacial. Alguns ciclos são curtos, podendo ser percebidos ao longo do dia, como um lento pulsar de vozes, outros são longos, como as mudanças das estações e dos anos.

A paisagem sonora não é uma entidade estática no tempo. É possível perceber, além de padrões espaciais e temporais ao longo do dia e do ano, alterações ao longo de grandes períodos, tornando-a uma possível ferramenta fundamental nas avaliações futuras dos impactos das mudanças climáticas e de uso da terra, já que podemos perceber a migração de espécies ou recuperação de comunidades (KRAUSE, FARINA, 2016).

1.2 ECOLOGIA ACÚSTICA

Sendo a paisagem sonora uma fonte de informação sobre a diversidade que nela habita, seu estudo se tornou foco de várias áreas dentro e fora da ecologia. Seu potencial como estrutura de investigação se beneficia do uso de formas não invasivas de coleta, facilmente implantáveis e que permitem monitoramentos de longa duração e ampla distribuição (PIJANOWSKI et al., 2011a; PIJANOWSKI et al., 2011b). Graças ao monitoramento acústico passivo e novas tecnologias de gravação, armazenamento e análise, o estudo das paisagens sonoras tem se tornado gradativamente mais acessível e aplicável (LAILOLO, 2010; SUEUR et al, 2014; TOWSEY et al, op cit.).

Contudo, estes estudos geram uma sobrecarga de dados que carecem de formas de análise mais rápidas, dinâmicas e confiáveis, já que precisamos responder com urgência problemas em um cenário de ocupação, como é o caso do território brasileiro, cada vez mais ameaçado (MAGNUSSON et al., 2018). Assim, o monitoramento acústico passivo aliado à bioacústica oferecem uma ferramenta de avaliação cada vez mais confiável. Outros subsídios para estas pesquisas atualmente estão sendo desenvolvidos, especialmente na parte de coleta e análise de dados, com a criação de novos gravadores voltados especificamente para tais trabalhos, e o desenvolvimento de softwares de automação e análise automatizados, reduzindo o tempo necessário em campo e consequentemente nos custos na realização destes estudos (BAPTISTA; GOMÉZ, 2002; TERRY; MCGREGOR, 2002; TUBARO, 1999). Assim, para aplicar tais metodologias, precisamos entender até onde são precisas e confiáveis, dadas as dinâmicas encontradas na natureza (GASC et al., 2013; FERREIRA et al., 2018; JORGE et al., 2018; MACHADO et al., 2017; MAMMIDES et al., 2017),

contribuindo para conservação em grandes escalas geográficas e temporais (TOWSEY et al, 2014; SMITH, PIJANOWSKI, 2014).

Estudos ecoacústicos buscam compreender a relação dos seres vivos dentro dos locais aonde se inserem, assim, diversos grupos e categorias fônicas são estudadas dentro da ecologia acústica, bem como sua relação entre si e sua distribuição no espaço e no tempo (PIJANOWSKI et. al., 2011a).

As aves são o grupo de vertebrados terrestres mais diverso, com aproximadamente 10.000 espécies, porém estima-se que esse número possa dobrar, devido a análises moleculares e bioacústicas (BARROWCLOUGH et al., 2016). O período de maior intensidade de vocalizações se concentra próximo ao raiar do dia, quando várias espécies povoam a paisagem sonora com seus cantos, trinados, piados e tamborilhares. A organização desta incrível cantoria tem sido tópico de estudo por vários anos (STANLEY et al., 2016), de forma que o comportamento individual de várias espécies já é bastante conhecido, porém a relação entre as espécies em si ainda permanece misteriosa. Ao longo do dia, a atividade acústica das aves permanece mais tímida, porém constante, voltando a crescer pouco antes do sol se pôr. Padrões circadianos e sazonais das aves já são um tópico densamente estudado, assim como grande parte de seus repertórios e sua relação com a complexidade e estrutura vegetacional e de gradientes latitudinais e altitudinais, de forma que as aves são consideradas um importante indicador da diversidade funcional das florestas (BARDELI et al., 2010; EGLINGTON; PEARCE-HIGGINS, 2012; RENWICK et al., 2012).

Os anfíbios, mais especificamente a Ordem Anura, perfazem o próximo grupo melhor estudado. Devido às suas estratégias de reprodução, a maioria está associada a corpos d'água, sejam estas lagoas ou rios. Os anfíbios possuem uma atividade predominantemente noturna, mas certos grupos também estão associados a vida em bromélias e folhiços (HADDAD et al., 2007; PYRON, WIENS, 2011). Algumas espécies, contudo, apresentam atividade durante o período diurno, e de forma geral, todas apresentam grande relação com a temperatura e umidade. Algumas espécies apresentam uma segunda estratégia de comportamento reprodutivo, associado à precipitação.

Os insetos, apesar de perfazerem o grupo mais biodiverso do mundo, ainda são pouco estudados do ponto de vista da bioacústica. A Ordem Orthoptera, que compreende grilos, gafanhotos e esperanças, possuem espécies de comportamento totalmente diurno ou noturno, e alguns grupos estão presentes em ambos os períodos. Dentro de Hemiptera, encontramos as cigarras e cigarrinhas, cujo comportamento

está associado aos períodos de verão e à temperatura (SANBORN et al., 2011; SANBORN et al., 2017). Outros insetos não necessariamente produzem sons intencionais, mas seu deslocamento pode ser percebido auditivamente, como Diptera (mosquitos, moscas e mutucas) e Hymenoptera (abelhas e zangões) (POTAMITIS, 2014).

Os mamíferos são outro importante componente da paisagem sonora, especialmente quando reunidos em grandes grupos (NIKOL'SKII, 1996), ou durante a noite, quando quirópteros dominam o espectro do ultrassom (MacDONALD, BRUDZYNSKI, 2018).

A dinâmica que a geofonia impõe sobre os seres vivos também é de suma importância. A medida que as espécies evoluíram, a capacidade de extrair informação destes sons se tornou fundamental para que os seres escolhessem onde melhor habitar, assim como para desenvolver estratégias (FARINA, 2018). Rios e fontes d'água são uma das principais fontes de som encontradas em ambientes terrestres e são de grande importância, já que demarcam onde se encontra um dos recursos mais importantes para a vida. Do ponto de vista dos animais terrestres, representam não somente uma fonte do recurso em si, mas rios, córregos e lagoas também são o habitat de diversas espécies, principalmente anfíbios e outros animais que se alimentam de peixes e artrópodes aquáticos ou cujas larvas e ninfas se desenvolvem nestes ambientes. Nestes locais, geralmente este componente geofônico é o principal e mais constante elemento da paisagem sonora e a base sobre a qual toda a dinâmica de comunicação se constrói (SCHAFFER, 1977).

A presença de antropofonia está diretamente relacionada à ocupação humana dos espaços, criando um gradiente desde os grandes centros urbanos, áreas periurbanas, zonas rurais, até chegarmos em áreas protegidas, onde a antropofonia é mínima e muitas vezes restrita a passagem de aviões sobre a região. A antropofonia tem diversos efeitos sobre o comportamento animal, que vão desde mudanças de período de atividade, mudanças nas suas vocalizações ou mesmo o abandono de áreas onde a pressão é excessiva (WARREN et al., 2006).

As Áreas Protegidas representam o último refúgio de diversas espécies, e seu estudo beneficia não somente a conservação destas grandes áreas, como tem aplicação em outros tipos de empreitadas. Assim, em busca de criar subsídios da Mata Atlântica, voltamos nossa atenção para o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, local que abriga a maior biodiversidade do Estado de Santa Catarina (FUKAHORI et al., 2009). Através do monitoramento acústico e da análise da paisagem sonora presente, pretendemos estimar a diversidade de espécies e fenômenos presentes em um trecho da floresta do parque, buscando com

isso também criar subsídios para outros estudos.

1.3 OBJETIVOS

Analisar a riqueza e diversidade de sinais acústicos, seus emissores e padrões circadianos e sazonais.

1.3.1 Objetivos específicos

- A. Quantificar a riqueza e diversidade de componentes bióticos e abióticos presentes na paisagem sonora de um trecho de mata ombrófila densa secundária no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (SC).
- B. Avaliar os padrões gerais e variações de uso temporal das espécies presentes ao longo de ciclos circadianos e sazonais.
- C. Criar um banco de dados de anotações bioacústicas e amostras de alta qualidade para subsidiar trabalhos futuros na Mata Atlântica.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

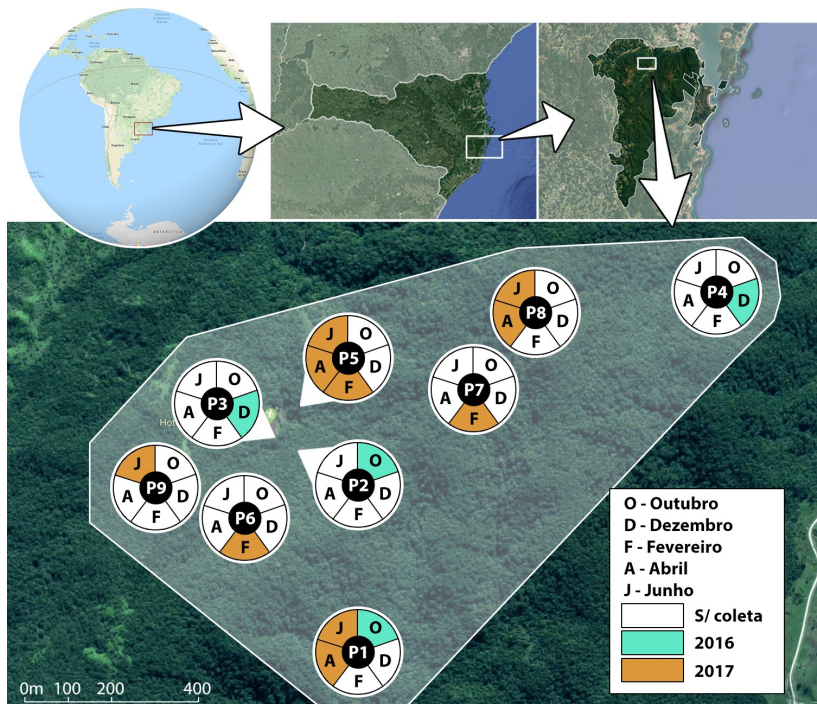
2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está inserida no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, estabelecido em 1975 através do decreto estadual N/SETMA nº 1.260/1975 (SANTA CATARINA, 1975). O Parque todo compreende uma área de 841 Km², sendo o maior fragmento contínuo de Mata Atlântica do Estado de Santa Catarina (FUKAHORI et al, 2009), com diversas formações dentro de seus limites, desde montanhas, terras de baixada, praias e ilhas. O trecho estudado se localiza na porção norte do parque, dentro dos limites do município de Santo Amaro da Imperatriz (SC) e compreende uma área de 1,4Km² de mata ombrófila densa em estágio de sucessão secundária, entre as latitudes 27°44'15"S e 27°44'52"S e longitudes 48°48'42"O e 48°47'40"O, a uma altitude de aproximadamente 400 metros, (Figura 2). Os pontos amostrais foram escolhidos para compreender uma maior variedade de espécies e formações vegetais e geográficas presentes, de acordo com sugestões de outros pesquisadores (F. FARIAS; F. BRUGGEMANN; A. ROSA, comunicação pessoal), com distância mínima de 200 metros entre si, com exceção dos pontos 3 e 5.

- Ponto 1 - Trilha do Guaramirim: encontra-se inserido para o interior da mata, com presença de dossel alto e uma rica vegetação no sub bosque, além de possuir rios temporários.
- Ponto 2 - Ponto do Rabo-branco: fica em meio a um xaxinzal baixo próximo à área da pousada e a um banhado, onde as árvores próximas se limitam a uns poucos metros.
- Ponto 3 - Mata da Pousada: fica ao lado da pousada na borda da mata e a 20 metros da lagoa presente no local, com vegetação podada atingindo perto de 6 metros.
- Ponto 4 - Ponto do Entufado: é o ponto mais afastado, encontra-se em meio a um vale onde comumente formam-se rios temporários, e onde o dossel atinge grande altura, permitindo pouca entrada de luz.
- Ponto 5 - Lagoa da Pousada: é uma lagoa de pequenas dimensões e com pouca vegetação ao seu redor, próxima à borda da mata.
- Ponto 6 - Entrada do Guaramirim: localiza-se entre os pontos 1 e 5, junto à trilha e com vegetação de médio porte.
- Ponto 7 - Ponto do Macuco: último ponto antes da subida que segue para o Ponto 4, com vegetação média e presença de um pequeno curso d'água.
- Ponto 8 - Subida da Estrada Velha: localizado entre os pontos 4 e 7, fica na subida de um morro com mata de altura média e presença de um xaxinzal.
- Ponto 9 - Trilha da Clareira: o ponto encontra-se junto a uma trilha

abandonada, próximo a uma subida de morro, com sub bosque fechado e mata de médio porte.

Figura 2 - Área de estudo e pontos amostrados.



Fonte: Adaptado do Google Maps.

2.2 GRAVAÇÃO, REGISTRO E ARMAZENAMENTO

2.2.1 Unidades de Gravação Autônomas

Foram utilizadas 4 unidades ARBIMON Automated Recorder (SIEVE-ANALYTICS) (Figura 3). Cada unidade consiste em um celular com bateria estendida (LG LS620), um microfone omnidirecional à prova d'água (MONOPRICE 600200: cardióide; -45dB±2dB; resposta de frequência 50Hz ~ 20KHz; entrada P2), um cartão micro SD 16Gb e uma caixa-estaque com um *input* P2. As unidades foram instaladas no tronco de árvores à 1,5m de altura.

Figura 3 - Unidades de gravação e instalação.



2.2.2 Protocolo de amostragem, registro e armazenamento

As gravações foram feitas de acordo com o método de ponto infinito (VIELLIARD, 2000), programadas nos gravadores através do aplicativo ARBIMON Touch (SIEVE-ANALYTICS b) (formato .WAV, taxa amostral 44.1KHz, aumento de +20dB), com cronograma de dia completa com gravação de 1 minuto a cada 20 minutos (72 minutos totais por dia). Foram realizados 5 esforços amostrais bimestralmente, contando com seis dias por esforço amostral, com um aumento progressivo de 2 a 4 pontos (Tabela 1).

Tabela 1 - Meses, pontos de coleta e número de amostras por ponto/amostra

Ano		2016		2017			
Mês	Identificador	Out	Dez	Fev	Abr	Jun	Total
Trilha do Guaramirim	P1-TdG	432			432	432	1296
Ponto do Rabo-branco	P2-PRb	432					432
Mata da Pousada	P3-MdP		432				432
Ponto de Enferrujado	P4-PdE		432				432
Lagoa da Pousada	P5-LdP			432	432	432	1296
Entrada do Guaramirim	P6-EdG			432			432
Ponto do Macuco	P7-PdM			432			432
Subida da Estrada Velha	P8-SEV				432	432	864
Trilha da Clareira	P9-TdC					432	432
Pontos amostrados		2	2	3	3	4	14
Coletas totais		864	864	1296	1296	1728	6048

Fonte: Autor.

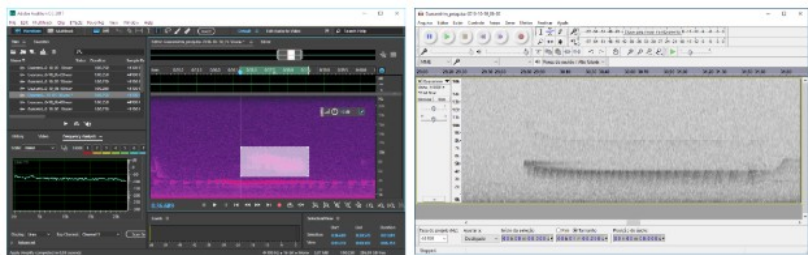
A nomenclatura dos arquivos segue o padrão ARBIMON

(Nome-do-ponto_ AAAA-MM-DD_hh-mm.wav), e após a coleta foram tombados no Arquivo Bioacústico Catarinense, LaBAc - Laboratório de Bioacústica (UFSC/CCB/ECZ) e no acervo do autor.

2.3 VISUALIZAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E REGISTRO

Os arquivos foram visualizados nos programas Adobe Audition CC 2017 (Figura 4A) e Audacity 2.1.x (Figura 4B), em janela de Transformada Rápida de Fourier, modo Hamming, exibição de 1024 linhas de frequência, com protocolo de análise de 1 minuto a cada 20, descartando as outras coletas. Quando necessário, foram utilizados filtros para melhorar a análise auditiva das amostras (Tabela 2).

Figura 4 - Programas utilizados na análise de dados.



Fonte: Adobe© e Audacity Team™

Tabela 2 - Filtros utilizados

Filtro	Propriedades
Ganho de volume	+15dB em todo espectro audível
Filtro de ruídos graves	Filtro progressivo de -30dB de 20Hz a 150Hz
Redução de ruído adaptativo	Filtro de -10dB em todo espectro audível
Redução de ruído (processo)	Filtro de -10dB em todo espectro audível, a partir de uma impressão de ruído referencial

Fonte: Autor.

Quando conveniente, sonogramas foram sobrepostos dentro do programa Adobe Photoshop CC para uma comparação visual mais precisa (opacidade de camada = 50%; modo de sobreposição de camada = normal).

2.3.1 Identificação, anotação e catálogo de referência

A identificação de todos os fonótipos foi feita auditivamente e/ou visualmente, quando necessário comparando com fonótipos presentes no Arquivo Bioacústico Catarinense, Macaulay Library, Xeno-Canto e WikiAves a nível de espécie. No caso de fonótipos não identificáveis a nível de espécie, foi utilizada a categoria taxonômica mais restritiva que tenha sido possível, crescente de acordo com as frequências fundamentais dos fonótipos. Os registros foram tabulados contendo informações sobre presença ou ausência de cada espécie, número mínimo de indivíduos identificáveis na gravação e qualidade e clareza do sinal (Tabela 3).

Tabela 3 - Informações presentes no registro de dados. *O valor de referência é o número de dB acima do ruído de fundo.

Informação	Propriedades
Local, data, hora e minuto	Referente a toda gravação
Presença / Ausência	0 - Ausente 1 - Presente
Número mínimo de indivíduos	1 - Um indivíduo / Evento geofônico ou antropofônico isolado 2 - Dois indivíduos em dueto ou coro / Evento geofônico ou antropofônico na maior porção da gravação 3 - Três ou mais indivíduos ou coro / Evento geofônico ou antropofônico durante toda a gravação
Qualidade do sinal*	0 - Presença da espécie é inferível, com sinal pouco confiável (≤ 10 dB sobre o ruído de fundo) 1 - Assinatura sonora clara, porém baixa (≤ 10 dB ~ 20dB) 2 - Assinatura sonora clara, em bom volume e com visualização de todas as características do canto (≤ 20 dB ~ 30dB) 3 - Assinatura sonora excelente (≥ 30 dB), com visualização de todas as características do canto e sem interferência de outras vocalizações simultâneas

Para este trabalho adotamos o conceito de anotação (SCHAFER, 1977). A anotação contém em si todos os níveis identificáveis à categoria fonadora (Item 2.3.2) e informações sobre a qualidade do sinal. A anotação refere-se à amostra como um todo e se distingue da anotação pontual, que incluiria o período da vocalização ou os limites espectrais do sinal, por exemplo. O número mínimo de indivíduos foi determinado quanto à quantidade de sinais de uma mesma espécie em diferentes níveis de pressão sonora, indicando distâncias e posições (DARRAS et al, 2018), e no caso de estridulação contínua de insetos, a quantidade de indivíduos foi determinada a partir das diferenças de pressão sonora e/ou faixa de frequência dos indivíduos.

2.3.2 Categorias de emissores sonoros

Os sinais acústicos foram classificados em Biofonias (Tabela 4), geofonias (Tabela 5) e antropofonias (Tabela 6).

Tabela 4 - Categorias de biofonias

Filo	Classe	Ordem	Principais grupos	Fonótipos
Arthropoda	Insecta	Diptera	Moscas	Enxames
			Mosquitos	Zunidos
			Mutucas	
		Hemiptera	Cigarras	Assembleias
			Cigarrinhas	Estalos Estalos de asas ² Zunidos
Vertebrata	Amphibia	Hymenoptera	Abelhas	Enxames
			Vespas	Zunidos
			Zangões	
		Orthoptera	Esperanças	Assembléias
			Gafanhotos	Estridulares
	Aves	Anura	Grilos	Estalos de asas
			Pererecas	Assembleias
		Várias, principalmente Passeriformes	Sapos	Coaxares
			Rãs	Estalos
			Aves em geral	Cantos Duetos Estalos Piados Tamborilares
Desconhecido	Mammalia	Primata	Macacos	Assobios
			Pessoas	Fala
				Gritos
	Chiroptera	Morcegos		Chamados
				Assembleias
				Estalos
				Tamborilhares Estalos de asas Zunidos

Tabela 5 - Categorias de geofonias

Fonte geofônica	Principais tipos	Características
Água corrente	Córregos	Ruído difuso até 2KHz
	Rios temporários	Ruído difuso até 5KHz
	Rios permanentes	Ruído constante até 2KHz
Chuva	Chuva leve	Ruído difuso por todo espectro
	Tempestade	Ruído intenso por todo espectro
Trovões	Isolados	Som intenso até 1KHz
	Contínuos	Som intenso até 1KHz seguido de sons difusos
Vento	Ventania	Ruído difuso até 12KHz
	Vento direto	Som intenso até 200Hz
	Vento fraco	Som fraco até 100Hz

2 Estalos de asas – podem ser produzidos tanto por hemipteras quanto orthopteras. Possivelmente corresponde a comportamentos agonísticos ou estratégias de fuga (observação do autor).

Tabela 6 - Categorias de antropofonias

Fonte antropofônica		
Explosivos		Fogos de artifício Dinamites
Ferramentas	Motores de combustão interna	Cortadores de grama
	Motores elétricos	Roçadeiras Motosserras
Veículos	Terrestres	Carros
	Aéreos	Aviões comerciais Aviões
Atividade humana	Som elétrico	Música

Quando não for possível determinar a espécie do emissor, a nomenclatura adotada para o fonótipo se constituirá da categoria taxonômica mais restritiva, a sigla ft (fonótipo) e em ordem crescente de frequência fundamental (ex.: Orthoptera ft.1; Ischnocnema sp.). Dada a falta de informações etológicas sobre a maioria dos sinais, decidimos deixar esta informação de fora das nossas análises.

2.4 ANÁLISE

2.4.1 Riqueza, curva de coleta e distribuição de espécies

A riqueza total das espécies e fonótipos compreende todas as categorias acima discriminadas, calculada tanto diariamente por ponto, como por esforço amostral, a partir de onde foram determinados riqueza total de espécies e fonótipos, sua abundância por ponto e esforço amostral, e a curva de coletor. As anotações foram obtidas a partir do trabalho supervisionado sobre os espectrogramas.

2.4.2 Variação temporal do uso da paisagem sonora

As espécies que somarem um número igual ou superior a 100 anotações serão selecionadas para uma composição acumulada de anotações por período do dia amostrado (número de anotações x horário) e discriminação das diferentes amostragens (Figura 5).

Figura 5 - Representação da composição acumulada de anotações.

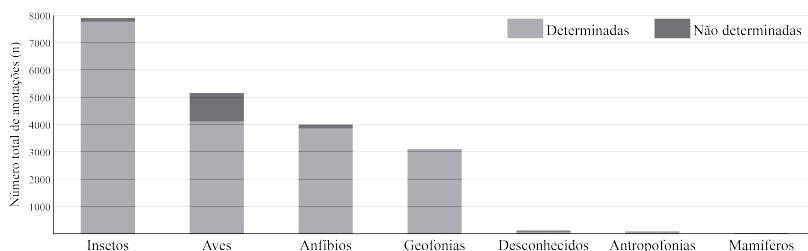


3 RESULTADOS

3.1 RIQUEZA E DIVERSIDADE DE SINAIS

Um total de 20274 anotações foram feitas neste trabalho (Figura 6). Durante todo o ano puderam ser observadas vocalizações dos principais grupos taxonômicos, com exceção de mamíferos. A maior intensidade de sinais biofônicos nos meses amostrados encontram-se nos meses de dezembro e fevereiro. O Apêndice A sumariza as espécies e fonótipos encontrados ao longo dos meses de coleta. O maior número de espécies identificadas pertence ao grupo das aves (98 espécies com 5134 anotações), seguido dos anuros (13 espécies com 3988 sinais, sendo 2 delas não determinadas). Insetos puderam em sua grande maioria ser identificados a nível de ordem, incluindo chiados, estrímulos e zumbidos (47 fonótipos com 7882 sinais). Como estalos de asas podem pertencer tanto a Orthoptera quanto a Hemiptera, tais anotações ficaram no nível da classe Insecta. As geofonias puderam ser mantidas dentro das 4 categorias, totalizando 3087 sinais. Foram classificados 5 fonótipos distintos de antropofonias, com um total de 71 anotações.

Figura 6 - Anotações totais por categoria fonética entre outubro de 2016 e junho de 2017 no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Santo Amaro da Imperatriz, SC. Biofonias estão separadas por grupo taxonômico.

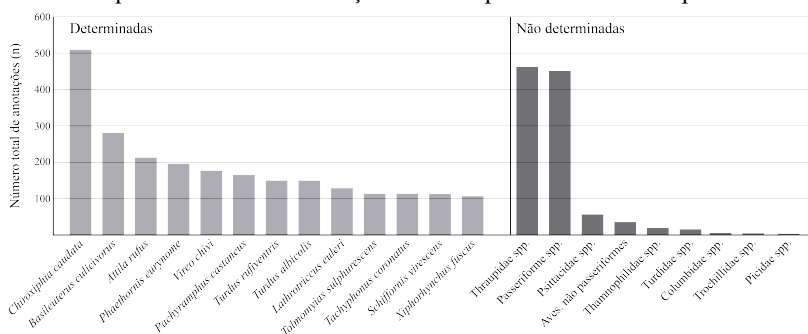


3.1.1 Aves

Ao fim do trabalho foi possível determinar a 79,76% das 5134 anotações de aves em nível de espécie (Figura 7). As espécies com o maior número de amostras foram o tangará-dançador *Chiroxiphia caudata* (Shaw & Nodder, 1793), o pula-pula *Basileuterus culicivorus* (Deppe, 1830) e o capitão-de-saíra *Attila rufus* (Vieillot, 1819), respectivamente com 458, 279 e 211 anotações. Um total de 449

anotações tiveram identificação restrita à ordem Passeriforme (8,74% de todas as anotações de aves). O grupo que apresentou maior dificuldade de identificação foi a família Thraupidae (460 anotações, 8,96% de todas anotações de aves). Das 98 espécies analisadas, 3 foram encontradas em todas as amostragens (tangará-dançador, pula-pula e o arapaçu-verde *Sittasomus griseicapillus* (Vieillot, 1818)), e 15 somente em um ponto (Apêndice A).

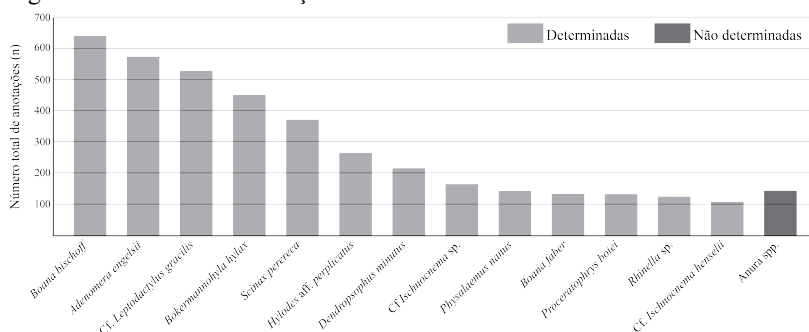
Figura 7 - Resumo das anotações de aves. À esquerda estão destacadas as aves que tiveram mais de 100 anotações e à direita as aves não determinadas em nível de espécie. O total das anotações de aves pode ser visto no Apêndice A.



3.1.2 Anfíbios

Quase todas as anotações referentes a anfíbios puderam ser definidas a nível de espécie (96,34% de 3842 anotações), referentes a 13 espécies (2 não determinadas) (Figura 9). Anuros possuem vocalizações bem definidas, e uma vez que a espécie esteja identificada, o banco de dados é facilmente atualizado. A maioria dos sinais de anuros foram coletados no Ponto 5, a Lagoa da Pousada, e outros pontos com grande representatividade de outras épocas encontravam-se próximos a esta (Pontos 2 e 3) - somadas, estas coletas totalizam 2316 sinais das 4520 totais (51,23%). A espécie que apresentou o maior número de anotações foi *Boana bischoff* (Boulenger, 1887) (640 anotações), presente em 6 das 14 amostragens realizadas (Pontos 2, 3 e 5). A espécie presente no maior número de amostragens foi *Ischnocnema henselii* (Peters, 1870), presente em 10 das 14 amostragens.

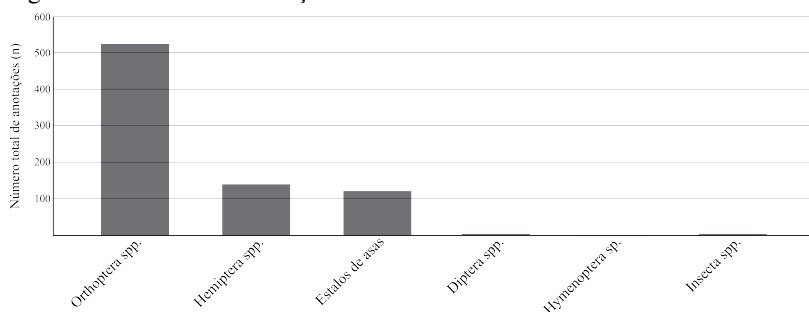
Figura 8 - Resumo das anotações de anfíbios.



3.1.3 Insetos

Os insetos compuseram o grupo com maior quantidade de anotações, um total de 7882 anotações do total de 17116 anotações biofônicas (46,05%) (Figura 10). Dada a falta de catálogos de referência e a coleta de indivíduos não estar no escopo do presente trabalho, os fonótipos puderam ser identificados somente a nível de ordem, quando se tratando de Diptera, Hemiptera, Hymenoptera e Orthoptera, e *estalos de asas* foram determinados como potencialmente produzidos por Hemiptera ou Orthoptera.

Figura 9 - Resumo das anotações de insetos.



3.1.4 Mamíferos

Somente 2 espécies de mamíferos puderam ser determinadas, sendo uma o próprio *Homo sapiens sapiens* (Linnaeus, 1758), e a

segunda *Sapajus nigratus* (Goldfuss, 1809), com 7 e 3 anotações respectivamente.

3.1.5 Biofonias não determinadas

Ao final do trabalho, um total de 102 anotações ficaram sem fonte determinada, sendo que 52 puderam ser classificadas dentro do fonótipo ND ft. 1 (Apêndice A) durante o período da noite, provavelmente corresponde a uma espécie de morcego ou a um estalar de asas de inseto. Dos outros 50 sinais, 28 se encontram abaixo da faixa de 12KHz, 14 acima desta, e outras 8 correspondem a movimentações de animais de grande porte.

3.1.6 Geofonias

As geofonias representaram o componente não biótico mais presente na paisagem sonora. A maior quantidade de sons geofônicos pertenceram a cursos d'água (1898 anotações), sendo a maioria do Ponto 5 – Lagoa da Pousada, onde há uma pequena barragem próxima ao ponto de coleta (1296 anotações), e rios temporários em vários pontos no (Apêndice A). Chuvas estiveram presentes em todos os pontos, totalizando 854 anotações ao longo de todos os meses amostrados. As geofonias de ventos totalizaram 289 anotações e trovões foram determinados antes ou durante chuvas (46 anotações).

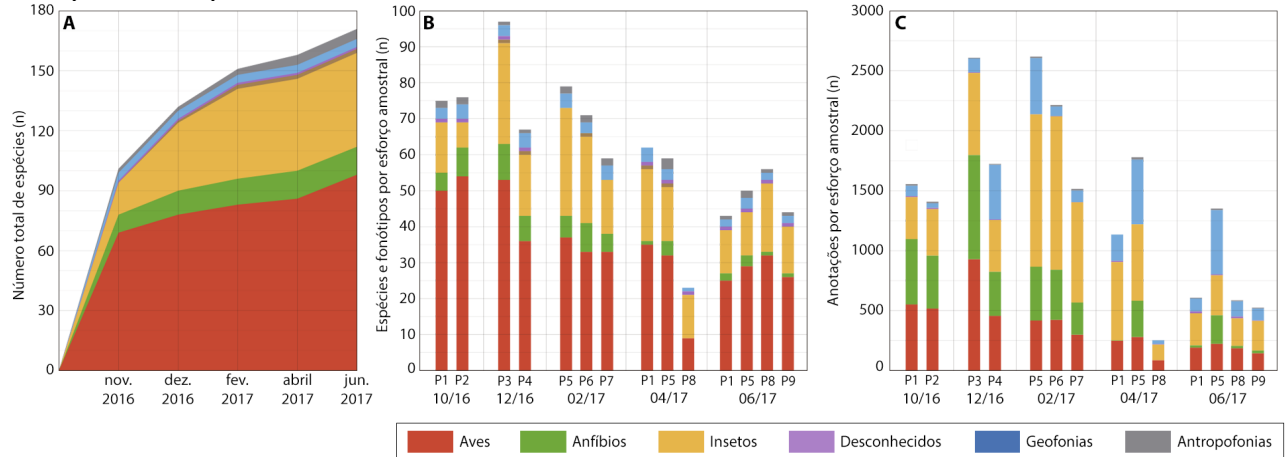
3.1.7 Antropofonias

A presença de antropofonias foi notoriamente baixa (0,35% do total de anotações). Dos 71 sinais encontrados, a maioria pertenceu a veículos aéreos que sobrevoavam a área de estudo, sendo possível diferenciar aviões de grande porte daqueles de pequeno porte (42 e 8 sinais respectivamente). Associada à presença de pessoas, tivemos 3 anotações de veículos terrestres e 8 anotações de roçadeiras, durante a manutenção do local onde se encontrava o Ponto 5 (Lagoa da Pousada).

3.2 ANOTAÇÕES TOTAIS

Durante o ano de coleta, foram feitas 20274 anotações, sintetizadas na Figura 10. Ao longo deste tópico apresentaremos a síntese dos meses amostrados. Uma relação de todas as anotações pode ser encontrada no Apêndice A.

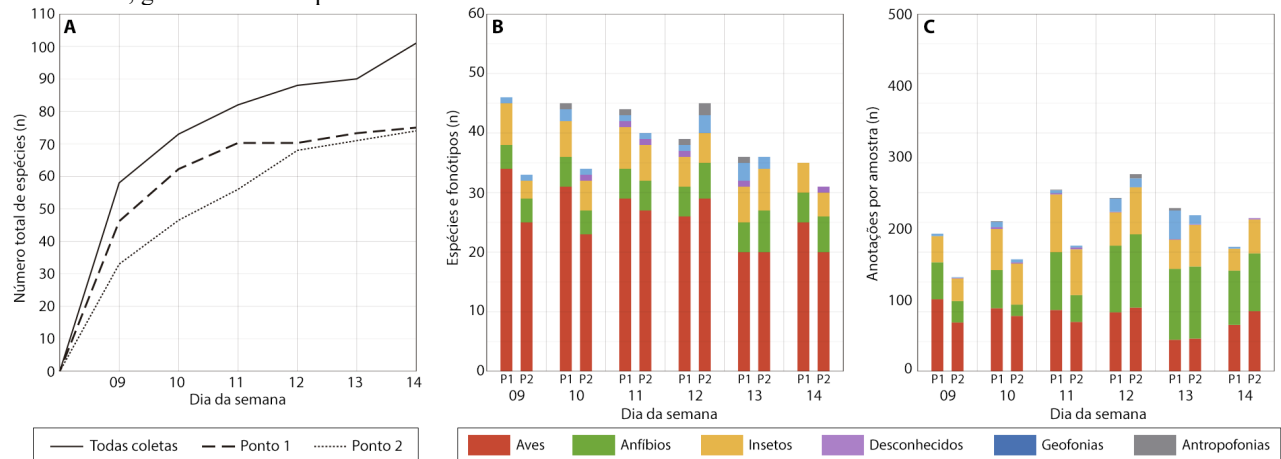
Figura 10 - Síntese de todas as coletas. A) Número de espécies acumulado ao longo das amostras em todos os pontos amostrais. B) Quantidade de fonótipos por categoria em cada ponto amostral. C) Quantidade de anotações por categoria fonotípica em cada ponto.



3.2.1 Outubro de 2016

Na coleta de outubro, foram utilizados dois pontos amostrais que totalizaram 2967 anotações pertencentes a 69 espécies de aves, 9 espécies de anfíbios, 18 fonótipos de insetos, 1 fonótipo desconhecido, 4 categorias geofônicas e 2 categorias antropofônicas. Foram registradas chuvas nos dias 11, 12 e 13.

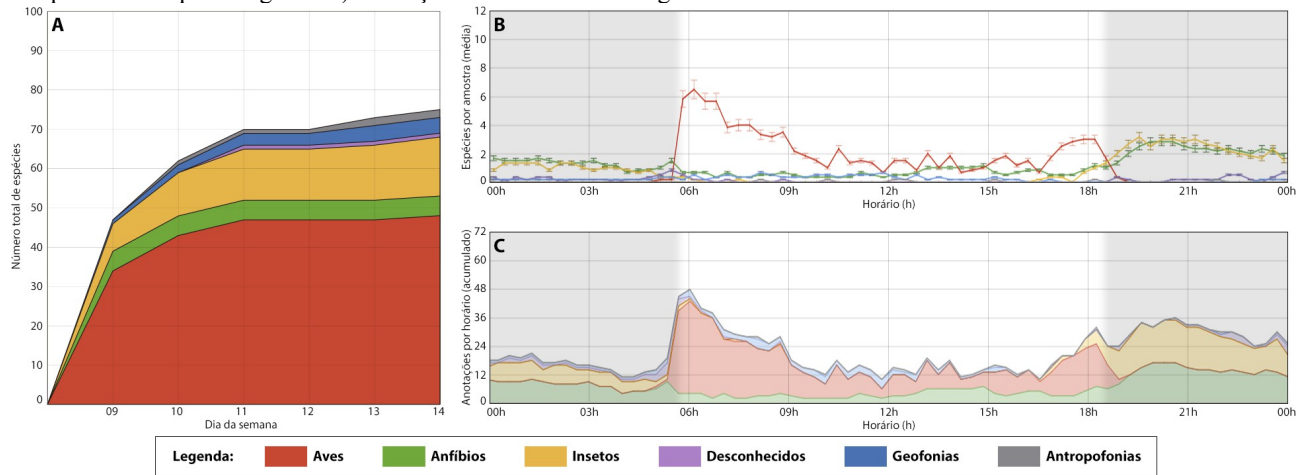
Figura 11 - Síntese das coletas de outubro. A) Curva do coletor. B) Espécies presentes por dia. C) Sinais por categoria taxonômica, geofonias e antropofonias.



3.2.1.1 Ponto 1 – Trilha do Guaramirim

O Ponto 1 teve registro de 1560 anotações pertencentes a 50 espécies de aves, 5 espécies de anfíbios, sendo 4 determinadas e 1 não determinada, 15 fonótipos de insetos, 1 fonótipo desconhecido, 4 categorias geofônicas e 2 categorias antropofônicas.

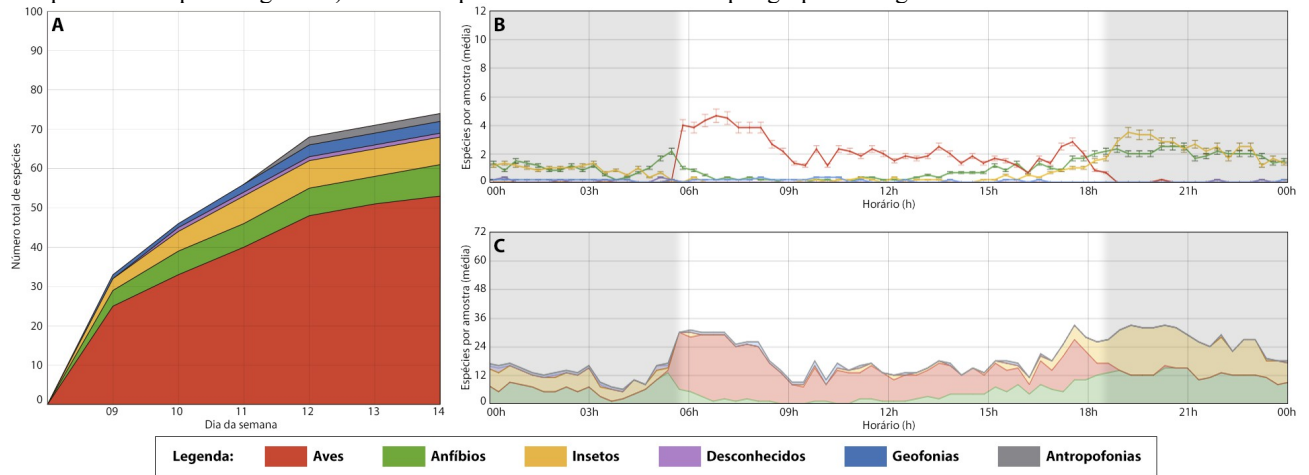
Figura 12 - Síntese do seis dias de coletas de outubro no Ponto 1 - Trilha do Guaramirim. A) Curva do coletor B) Padrão temporal médio por categoria. C) Anotações acumuladas ao longo dos seis dias.



3.2.1.2 Ponto 2 - Ponto do Rabo-branco

O Ponto 2 teve registro de 1407 anotações pertencentes a 54 espécies de aves, 8 espécies de anfíbios, sendo 7 determinadas e 1 não determinada, 7 fonótipos de insetos, 1 fonótipo desconhecido, 3 categorias geofônicas e 2 categorias antropofônicas.

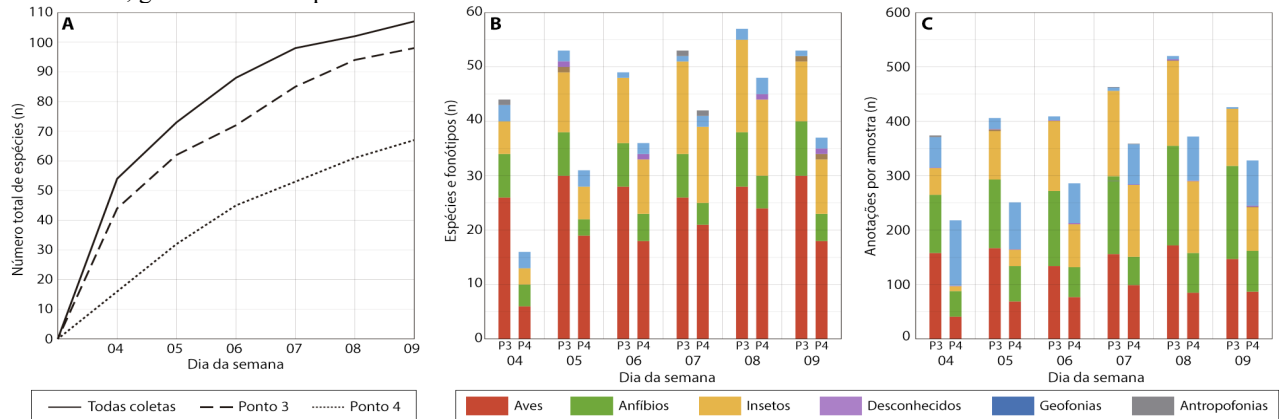
Figura 13 - Síntese do seis dias de coletas de outubro no Ponto 2 - Ponto do Rabo-branco. A) Curva do coletor B) Padrão temporal médio por categoria C) Média temporal acumulada de sinais por grupo ao longo do seis dias.



3.2.2 Dezembro de 2016

Na coleta de dezembro, foram utilizados dois pontos amostrais que totalizaram 4531 anotações pertencentes a 56 espécies de aves, 12 espécies de anfíbios, sendo 11 determinadas e 1 não determinada, 1 espécie de mamífero, 33 fonótipos de insetos, 1 fonótipo desconhecido, 4 categorias geofônicas e 1 categoria antropofônica. Foram registradas chuvas nos dias 4, 5, 8 e 9.

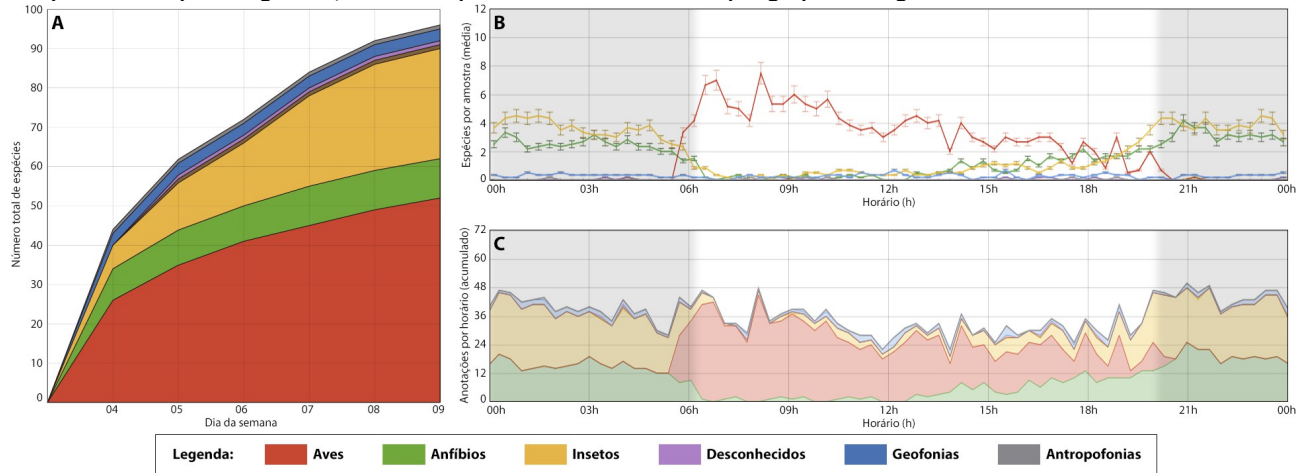
Figura 14 - Síntese das coletas de dezembro. A) Curva do coletor. B) Espécies presentes por dia. C) Sinais por categoria taxonômica, geofonias e antropofonias.



3.2.2.1 Ponto 3 - Mata da Pousada

O Ponto 3 teve registro de 2717 anotações pertencentes a 53 espécies de aves, 10 espécies de anfíbios, sendo 9 determinadas e 1 não determinada, 1 espécie de mamífero, 28 fonótipos de insetos, 1 fonótipo desconhecido, 3 categorias geofônicas e 1 categoria antropofônica.

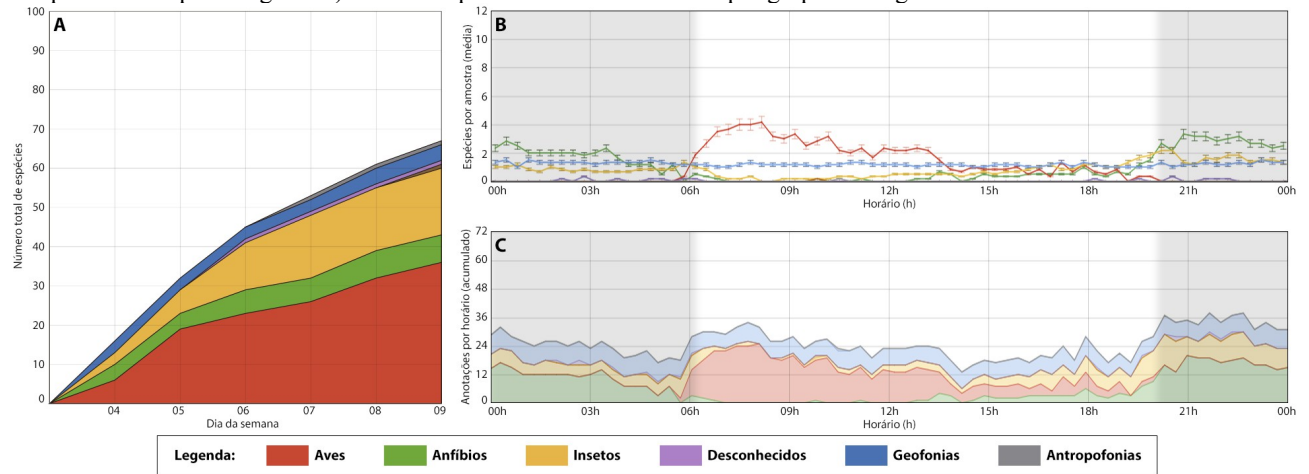
Figura 15 - Síntese do seis dias de coletas de dezembro no Ponto 3 - Mata da Pousada. A) Curva do coletor B) Padrão temporal médio por categoria C) Média temporal acumulada de sinais por grupo ao longo do seis dias. *Horário do sol.



3.2.2.2 Ponto 4 - Ponto do Enferrujado

O Ponto 4 teve registro de 1814 anotações pertencentes a 39 espécies de aves, 7 espécies de anfíbios, 1 espécie de mamífero, 17 fonótipos de insetos, 1 fonótipo desconhecido, 4 categorias geofônicas e 1 categoria antropofônica.

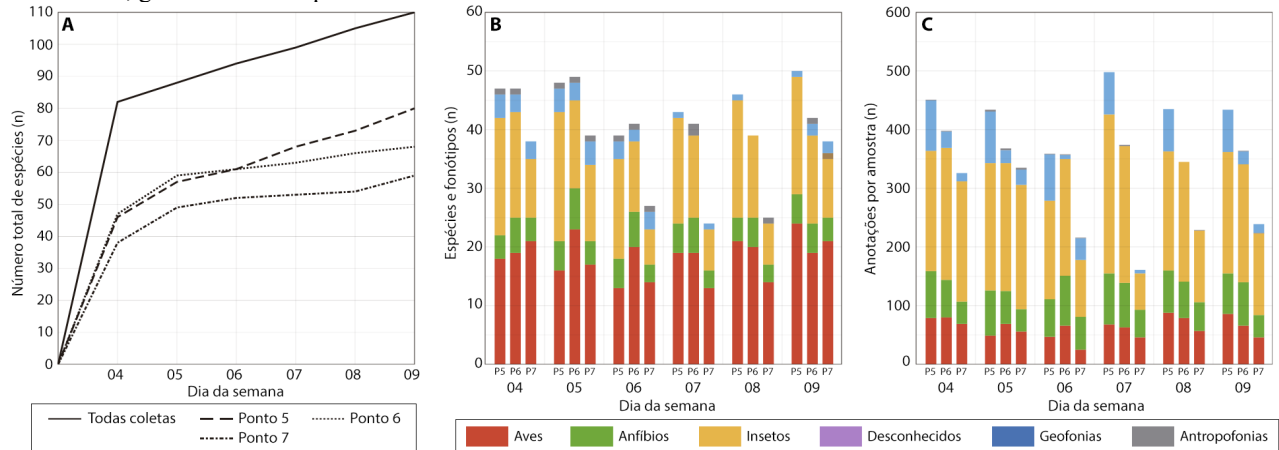
Figura 16 - Síntese do seis dias de coletas de dezembro no Ponto 4 - Ponto do Enferrujado. A) Curva do coletor B) Padrão temporal médio por categoria C) Média temporal acumulada de sinais por grupo ao longo dos seis dias. *Horário do sol.



3.2.3 Fevereiro de 2017

Na coleta de fevereiro, foram utilizados três pontos amostrais que totalizaram 6548 anotações pertencentes a 67 espécies de aves, 12 espécies de anfíbios, 1 espécie de mamífero, 41 fonótipos de insetos, 1 fonótipo desconhecido, 4 categorias geofônicas e 1 categoria antropofônica. Foram registradas chuvas nos dias 4, 5, 6 e 9.

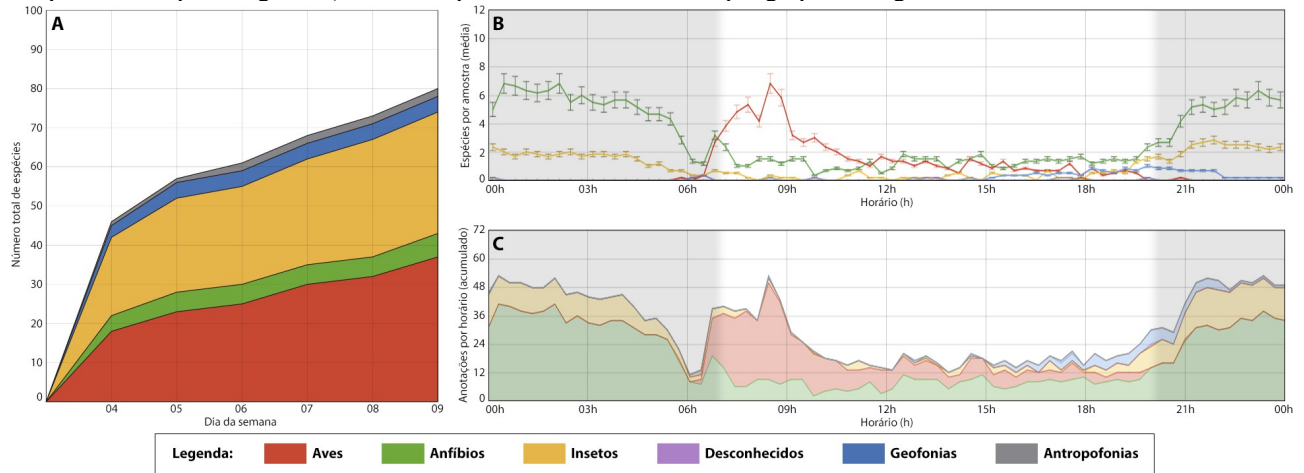
Figura 17 - Síntese das coletas de fevereiro. A) Curva do coletor. B) Espécies presentes por dia. C) Sinais por categoria taxonômica, geofonias e antropofonias.



3.2.3.1 Ponto 5 - Lagoa da Pousada

O Ponto 5 teve registro de 2699 anotações pertencentes a 37 espécies de aves, 6 espécies de anfíbios, 31 fonótipos de insetos, 4 categorias geofônicas e 2 categorias antropofônicas.

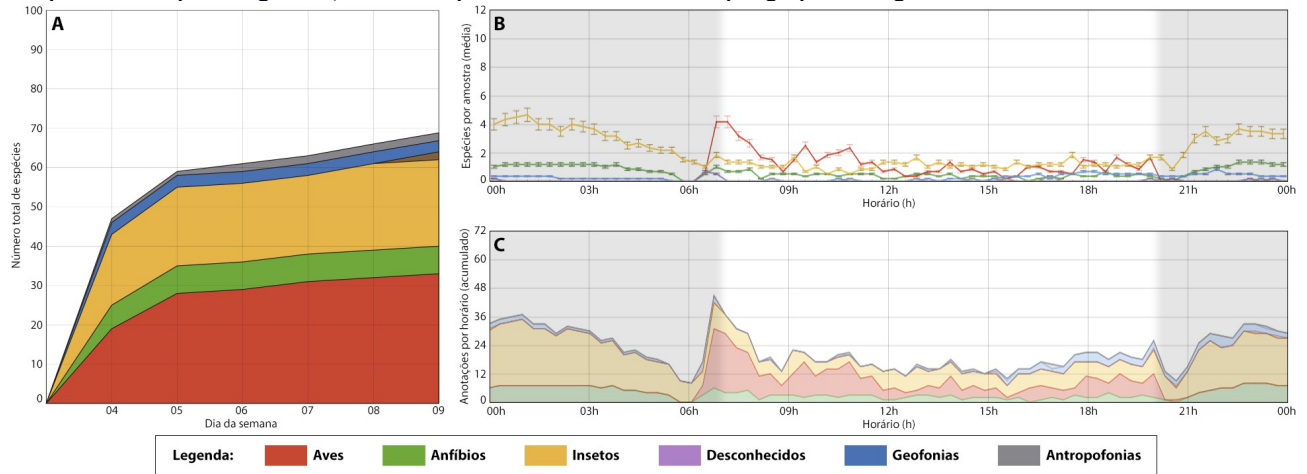
Figura 18 - Síntese do seis dias de coletas de fevereiro no Ponto 5 - Lagoa da Pousada. A) Curva do coletor B) Padrão temporal médio por categoria C) Média temporal acumulada de sinais por grupo ao longo do seis dias. *Horário do sol.



3.2.3.2 Ponto 6 - Entrada do Guaramirim

O Ponto 6 teve registro de 2283 anotações pertencentes a 33 espécies de aves, 7 espécies de anfíbios, 1 espécie de mamífero, 22 fonótipos de insetos, 3 categorias geofônicas e 2 categorias antropofônicas.

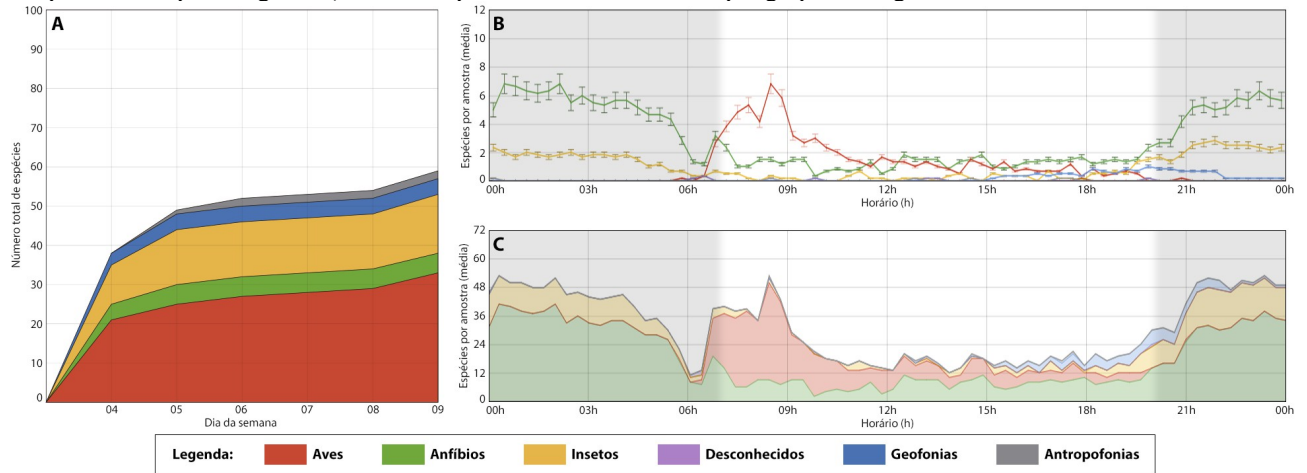
Figura 19 - Síntese do seis dias de coletas de fevereiro no Ponto 6 - Entrada do Guaramirim. A) Curva do coletor B) Padrão temporal médio por categoria C) Média temporal acumulada de sinais por grupo ao longo do seis dias. *Horário do sol.



3.2.3.3 Ponto 7 - Ponto do Macuco

O Ponto 7 teve registro de 1566 anotações pertencentes a 33 espécies de aves, 5 espécies de anfíbios, 15 fonótipos de insetos, 4 categorias geofônicas e 2 categorias antropofônicas.

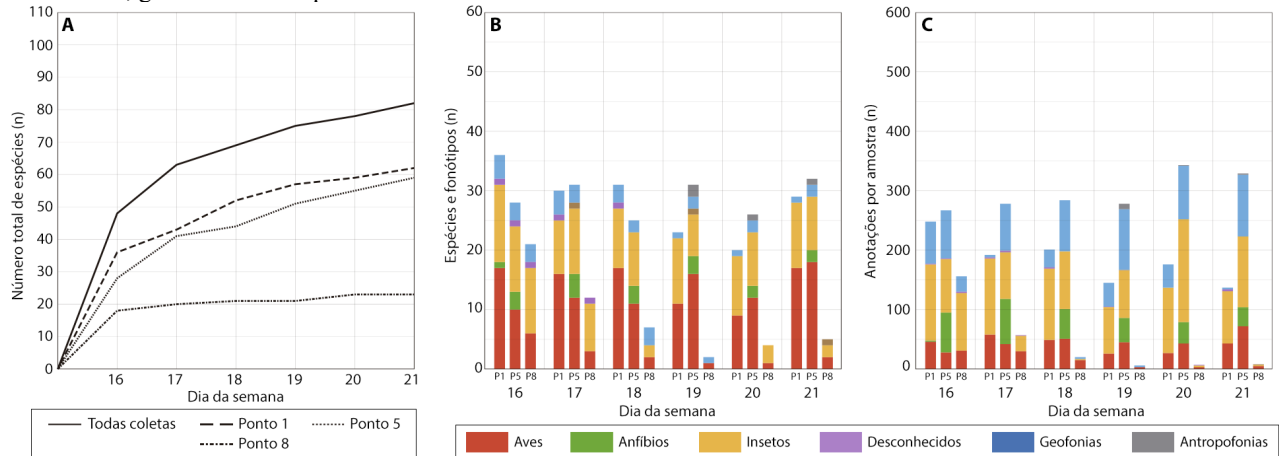
Figura 20 - Síntese do seis dias de coletas de fevereiro no Ponto 7 - Ponto do Macuco. A) Curva do coletor B) Padrão temporal médio por categoria C) Média temporal acumulada de sinais por grupo ao longo do seis dias. *Horário do sol.



3.2.4 Abril de 2017

Na coleta de abril, foram utilizados três pontos amostrais que totalizaram 3169 anotações pertencentes a 44 espécies de aves, 4 espécies de anfíbios, 2 espécies de mamíferos, 24 fonótipos de insetos, 1 fonótipo desconhecido, 4 categorias geofônicas e 3 categorias antropofônicas. Foram registradas chuvas em todos os dias da coleta.

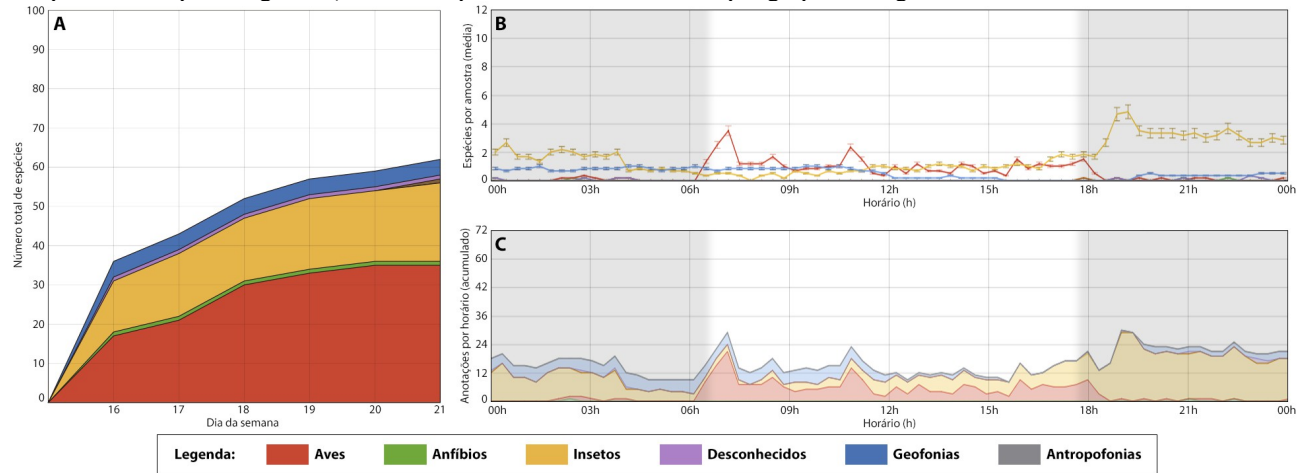
Figura 21 - Síntese das coletas de abril. A) Curva do coletor. B) Espécies presentes por dia. C) Sinais por categoria taxonômica, geofonias e antropofonias.



3.2.4.1 Ponto 1 - Trilha do Guaramirim

O Ponto 1 teve registro de 1135 anotações pertencentes a 35 espécies de aves, 1 espécie de anfíbio, 20 fonótipos de insetos, 1 fonótipo desconhecido e 4 categorias geofônicas.

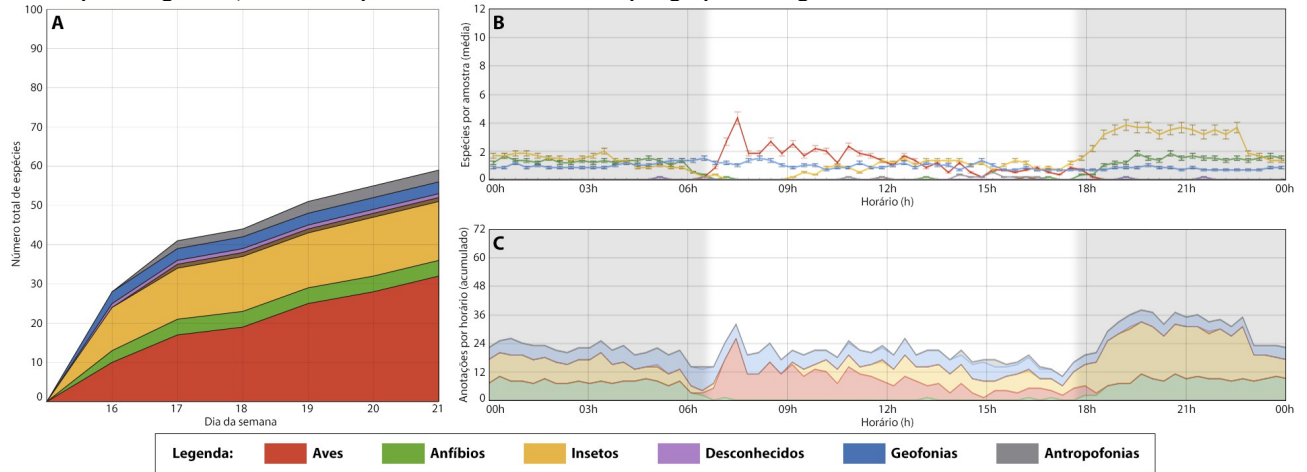
Figura 22 - Síntese do seis dias de coletas de abril no Ponto 1 - Trilha do Guaramirim. A) Curva do coletor B) Padrão temporal médio por categoria C) Média temporal acumulada de sinais por grupo ao longo do seis dias.



3.2.4.2 Ponto 5 - Lagoa da Pousada

O Ponto 5 teve registro de 1781 anotações pertencentes a 32 espécies de aves, 4 espécies de anfíbios, 1 espécie de mamífero, 15 fonótipos de insetos, 1 fonótipo desconhecido, 3 categorias geofônicas e 3 categorias antropofônicas.

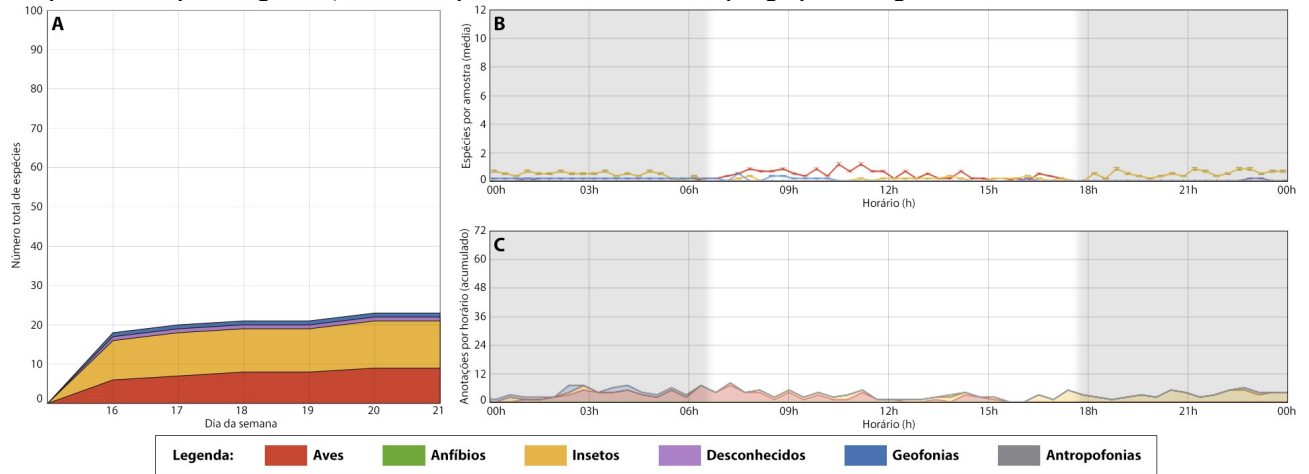
Figura 23 - Síntese do seis dias de coletas de abril no Ponto 5 - Lagoa da Pousada. A) Curva do coletor B) Padrão temporal médio por categoria C) Média temporal acumulada de sinais por grupo ao longo dos seis dias.



3.2.4.3 Ponto 8 - Subida da Estrada Velha

O Ponto 8 teve registro de 253 anotações pertencentes a 9 espécies de aves, 12 fonótipos de insetos, 1 fonótipo desconhecido e 1 categoria geofônica.

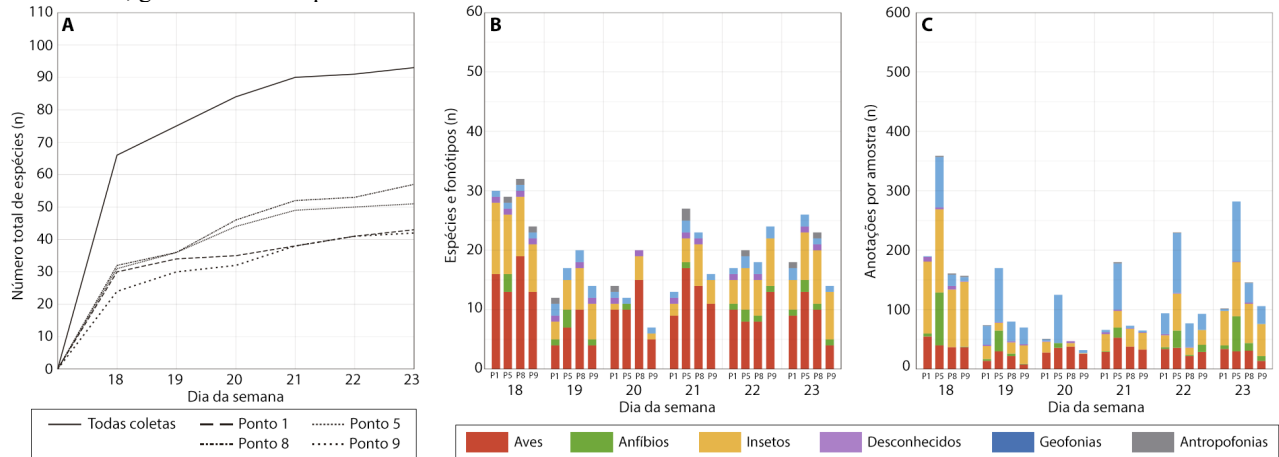
Figura 24 - Síntese do seis dias de coletas de abril no Ponto 8 - Subida da Estrada Velha. A) Curva do coletor B) Padrão temporal médio por categoria C) Média temporal acumulada de sinais por grupo ao longo do seis dias.



3.2.5 Junho de 2017

Na coleta de junho, foram utilizados quatro pontos amostrais que totalizaram 3063 anotações pertencentes a 44 espécies de aves, 5 espécies de anfíbios, 2 espécies de mamíferos, 24 fonótipos de insetos, 1 fonótipo desconhecido, 4 categorias geofônicas e 3 categorias antropofônicas. Foram registradas chuvas nos dias 19, 21, 22 e 23.

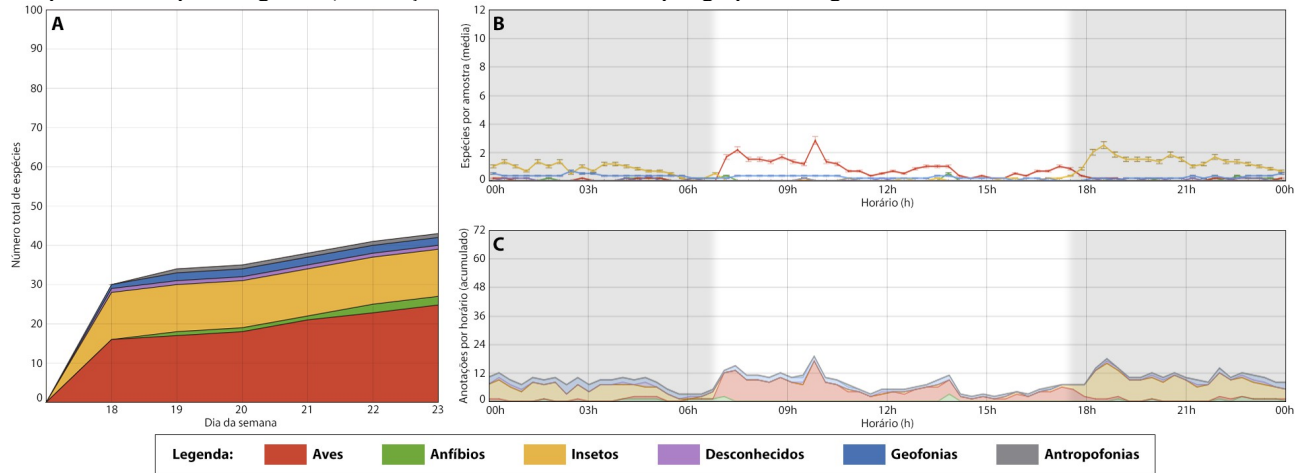
Figura 25 - Síntese das coletas de junho. A) Curva do coletor. B) Espécies presentes por dia. C) Sinais por categoria taxonômica, geofonias e antropofonias.



3.2.5.1 Ponto 1 - Trilha do Guaramirim

O Ponto 1 teve registro de 607 anotações pertencentes a 25 espécies de aves, 2 espécies de anuros, 12 fonótipos de insetos, 1 fonótipo desconhecido, 2 categorias geofônicas e 1 categoria antropofônica.

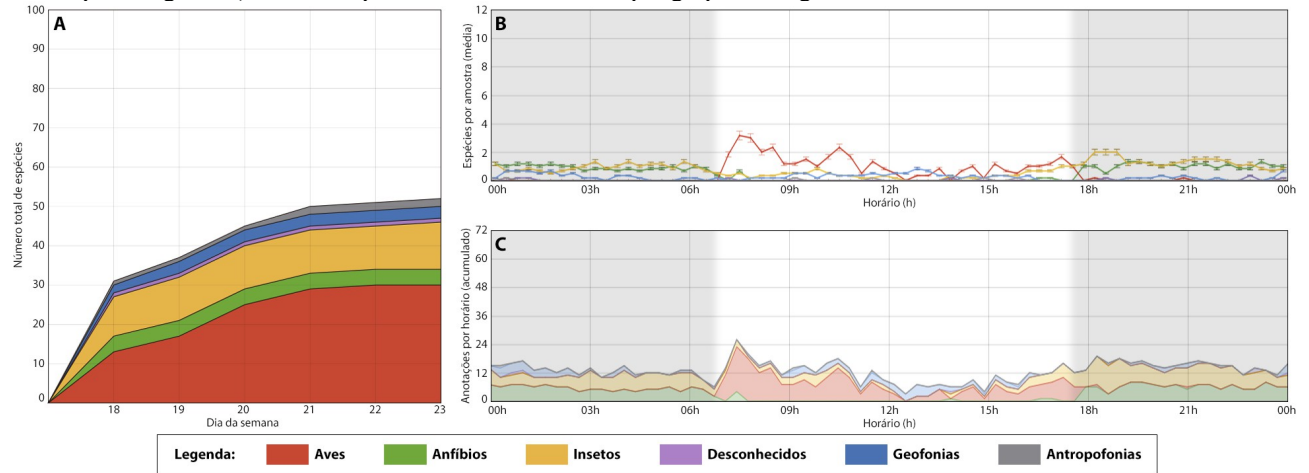
Figura 26 - Síntese do seis dias de coletas de junho no Ponto 1 - Trilha do Guaramirim. A) Curva do coletor B) Padrão temporal médio por categoria C) Anotação acumulada de sinais por grupo ao longo do seis dias.



3.2.5.2 Ponto 5 - Lagoa da Pousada

O Ponto 5 teve registro de 1346 anotações pertencentes a 30 espécies de aves, 3 espécies de anuros, 12 fonótipos de insetos, 1 fonótipo desconhecido e 3 categorias geofônicas e 1 categoria antropofônica.

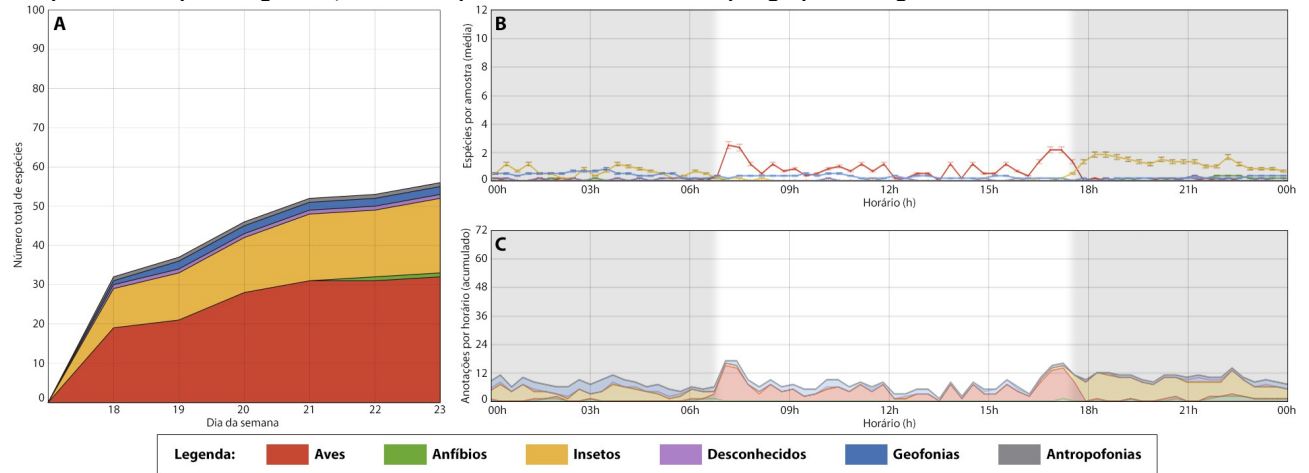
Figura 27 - Síntese do seis dias de coletas de junho no Ponto 5 - Lagoa da Pousada. A) Curva do coletor B) Padrão temporal médio por categoria C) Média temporal acumulada de sinais por grupo ao longo dos seis dias.



3.2.5.3 Ponto 8 - Subida da Estrada Velha

O Ponto 8 teve registro de 587 anotações pertencentes a 32 espécies de aves, 1 espécie de anuro, 19 fonótipos de insetos, 1 fonótipo desconhecido, 2 categorias geofônicas e 1 categoria antropofônica.

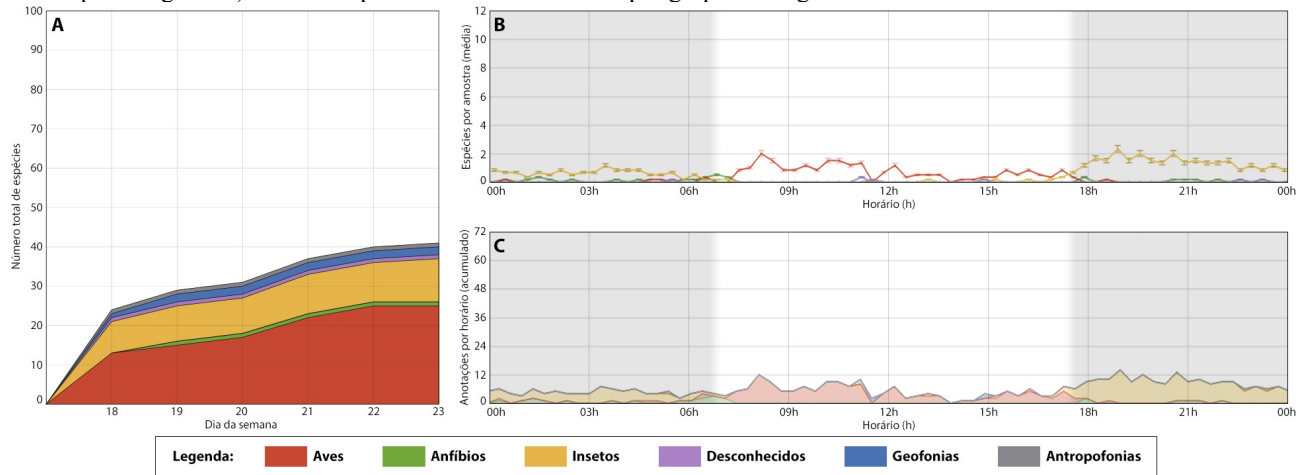
Figura 28 - Síntese do seis dias de coletas de junho no Ponto 8 - Subida da Estrada Velha. A) Curva do coletor B) Padrão temporal médio por categoria C) Média temporal acumulada de sinais por grupo ao longo do seis dias.



3.2.5.4 Ponto 9 - Trilha da Clareira

O Ponto 9 teve registro de 523 anotações pertencentes a 25 espécies de aves, 1 espécie de anuro, 12 fonótipos de insetos, 1 fonótipo desconhecido, 2 categorias geofônicas e 1 categoria antropofônica.

Figura 29 - Síntese do seis dias de coletas de junho no Ponto 9 - Trilha da Clareira. A) Curva do coletor B) Padrão temporal médio por categoria C) Média temporal acumulada de sinais por grupo ao longo dos seis dias.



3.3 PADRÕES CIRCADIANOS E SAZONAIS

A partir da acumulação de anotações por horário, pudemos gerar gráficos do período de atividade de cada animal cujo número de anotações foi de 100 ou mais. Para melhor compreensão de quais períodos contribuíram para a avaliação dos padrões, discriminamos os esforços amostrais nos gráficos. A quantidade de cantos coletados não necessariamente reflete a abundância de indivíduos, podendo se relacionar à atividade acústica das espécies.

3.3.1 Aves

Dentre as aves, houveram 12 espécies que acumularam mais de 100 anotações, sendo estas rabo-branco-de-garganta-rajada *Phaethornis eurynome* (Lesson, 1832), arapaçu-rajado *Xiphorhynchus fuscus* (Vieillot, 1818), tangará-dançador, flautim *Schiffornis virescens* (Lafresnaye, 1838), caneleiro *Pachyramphus castaneus* (Jardine & Selby, 1827), bico-chato-de-orelha-preta *Tolmomyias sulphurescens* (Spix, 1825), capitão-de-saíra, enferrujado *Lathrotriccus euleri* (Cabanis, 1868), juruviara *Vireo chivi* (Vieillot, 1817), sabiá-laranjeira *Turdus rufiventris* (Vieillot, 1818), sabiá-coleira *Turdus albicollis* (Vieillot, 1818), pula-pula e tiê-preto *Tachyphonus coronatus* (Bonaparte, 1853).

Figura 30 - Acumulação de anotações de rabo-branco-de-garganta-rajada (n=194).

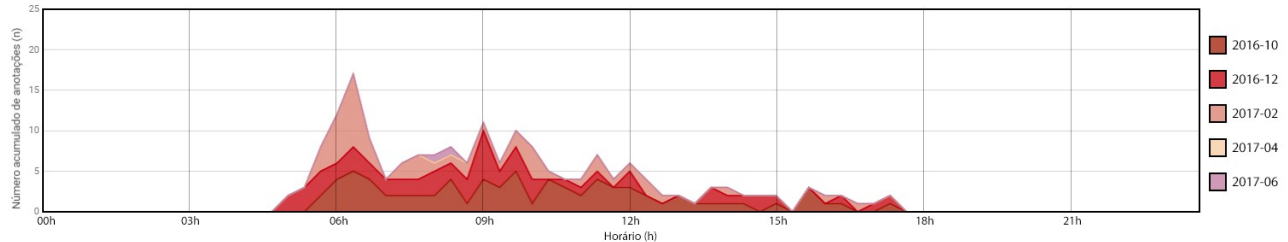


Figura 31 - Acumulação de anotações de arapaçu-rajado (n=105).

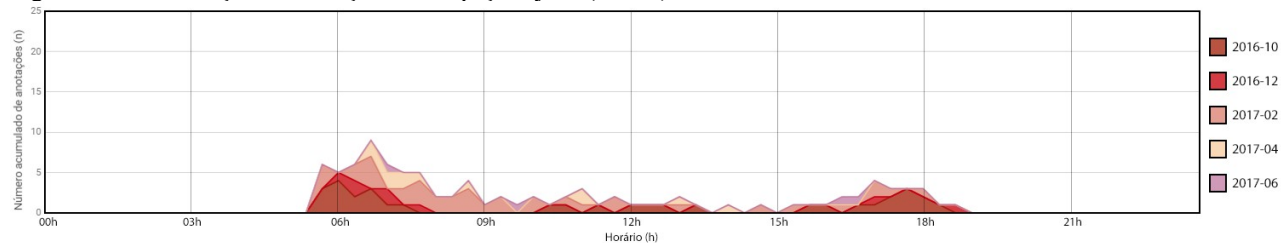


Figura 32 - Acumulação de anotações de tangará-dançador (n=507).

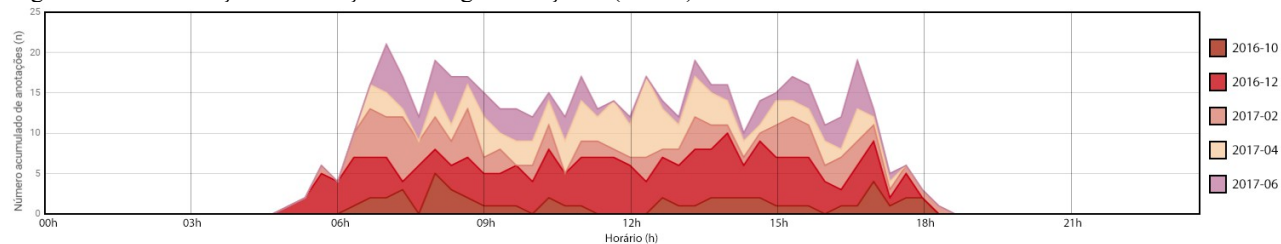


Figura 33 - Acumulação de anotações de flautim (n=111).

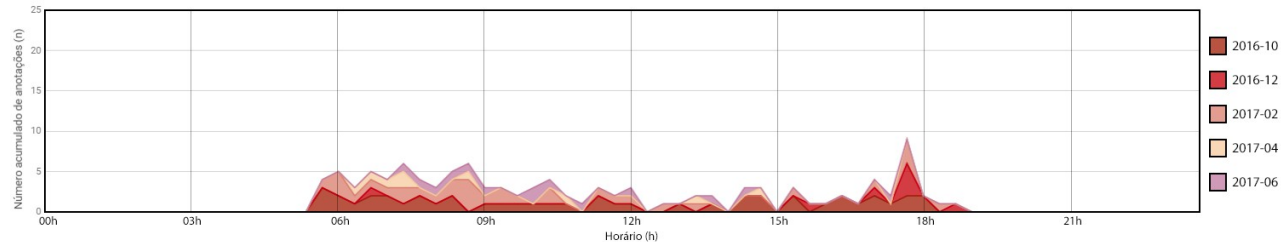


Figura 34 - Acumulação de anotações de caneleiro (n=163).

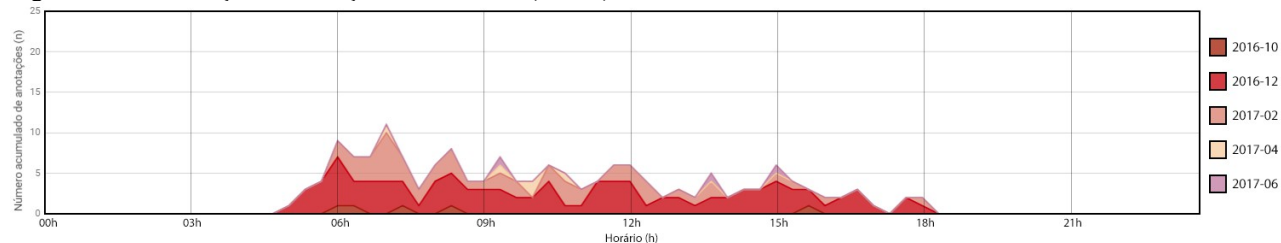


Figura 35 - Acumulação de anotações de bico-chato-de-orelha-preta (n=112).

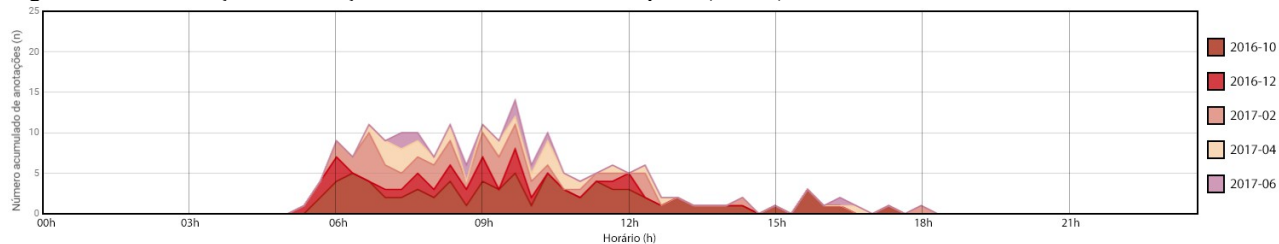


Figura 36 - Acumulação de anotações de capitão-de-saíra (n=211).

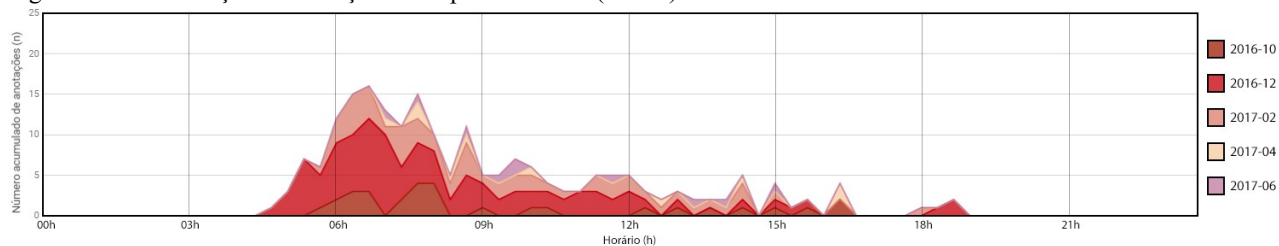


Figura 37 - Acumulação de anotações de enferrujado (n=127).

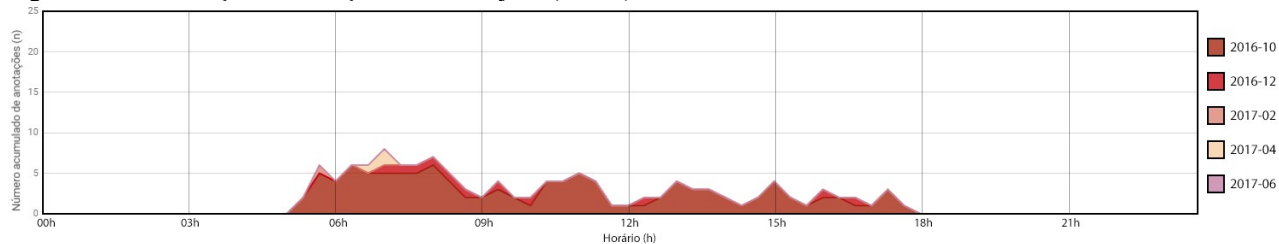


Figura 38 - Acumulação de anotações de juruviara (n=175).

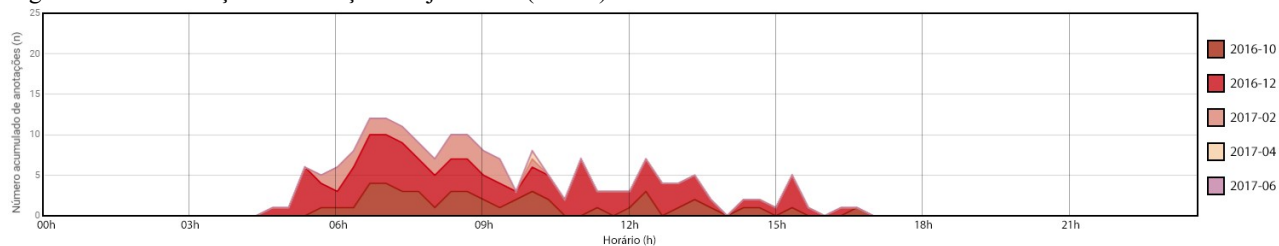


Figura 39 - Acumulação de anotações de sabiá-laranjeira (n=148).

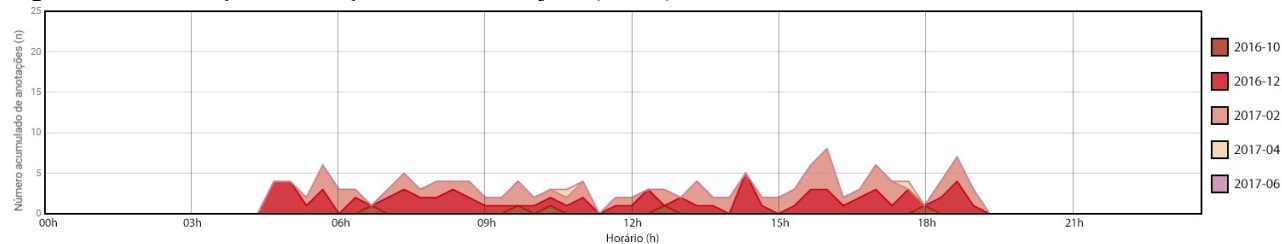


Figura 40 - Acumulação de anotações de sabiá-coleira (n=148).

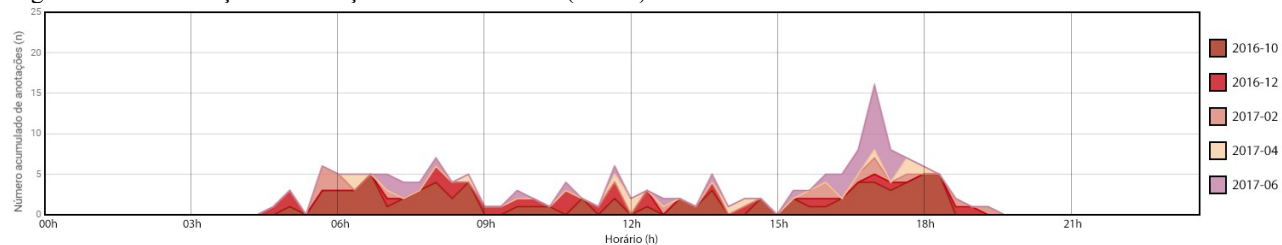


Figura 41 - Acumulação de anotações de pula-pula (n=279).

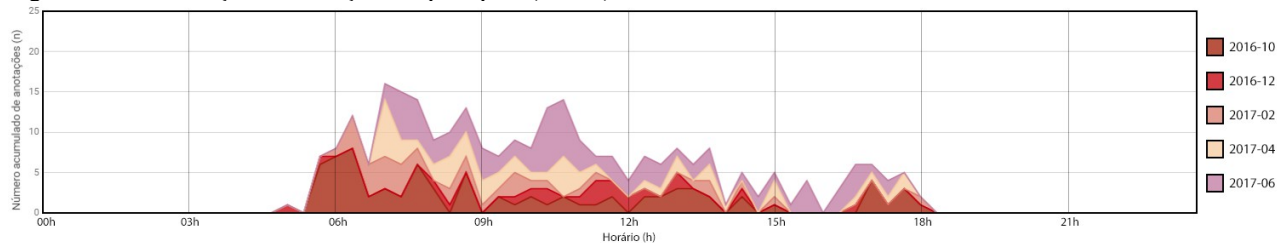
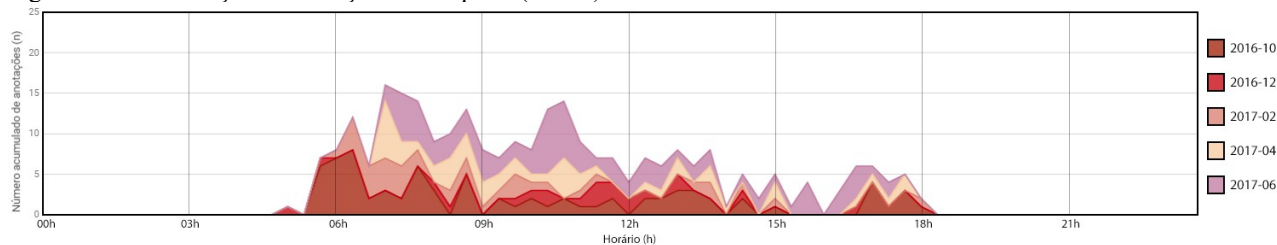


Figura 42 - Acumulação de anotações de tiê-preto (n=112).



3.3.2 Anuros

Todos os anuros identificados tiveram notações o suficiente para terem seus períodos avaliados.

Figura 43 - Acumulação de anotações de *Proceratophrys boiei* (Wied-Neuwied, 1824) (n=132).

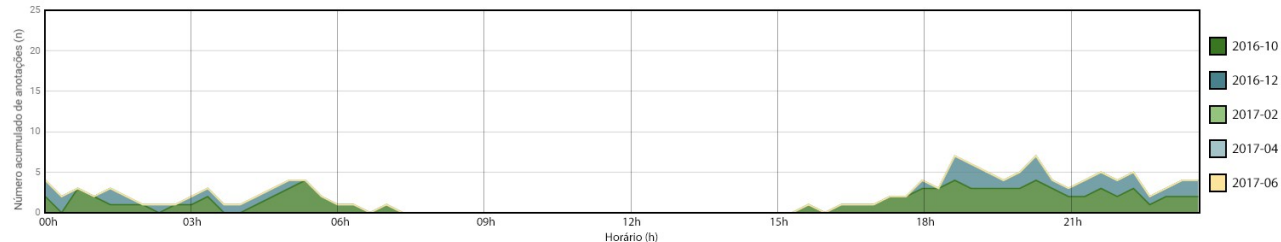


Figura 44 - Acumulação de anotações de *Bokermannohyla hylax* (Heyer, 1985) (n=450).

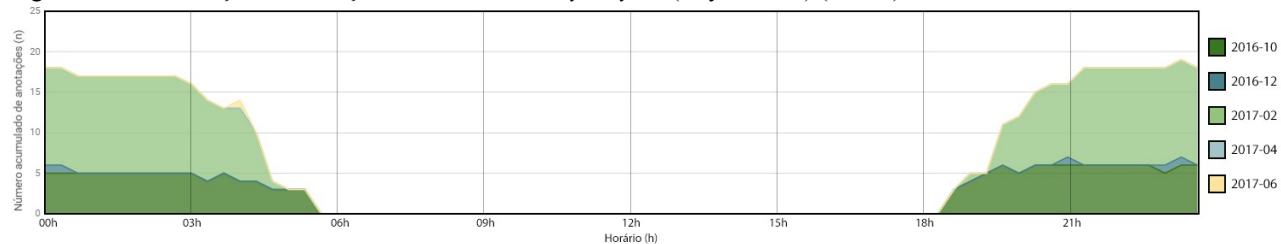


Figura 45 - Acumulação de anotações de *Dendropsophus minutus* (Peters, 1872) (n=215).

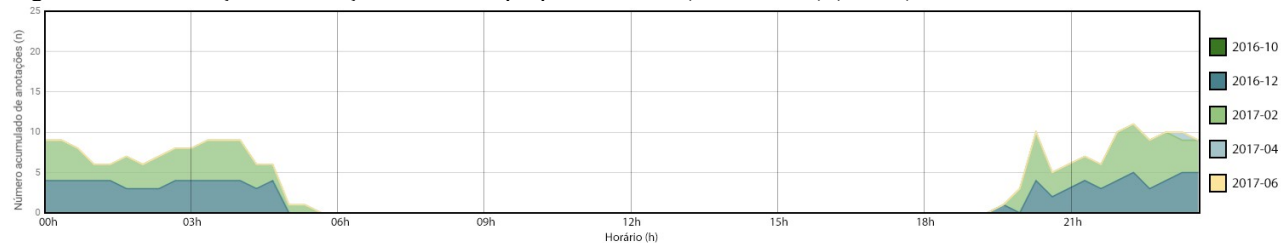


Figura 46 - Acumulação de anotações de *Boana bischoff* (n=640).

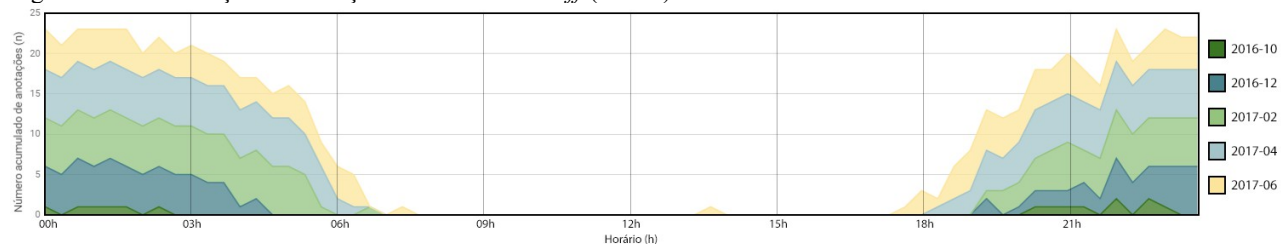


Figura 47 - Acumulação de anotações de *Boana faber* (Wied-Neuwied, 1821) (n=133).

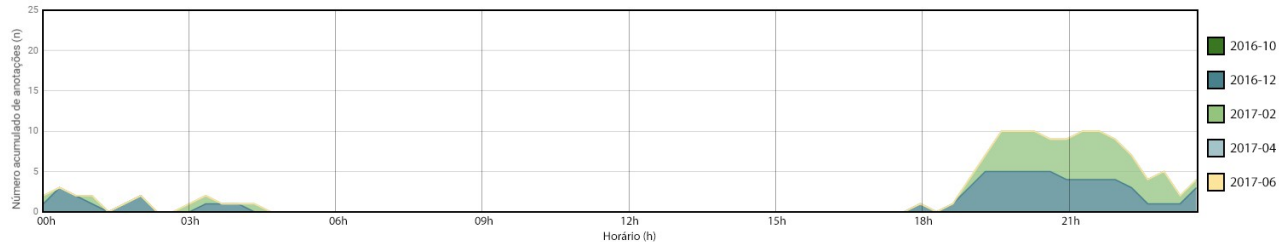


Figura 48 - Acumulação de anotações de *Scinax perereca* (Pombal, Haddad & Kasahara, 1995) (n=371).

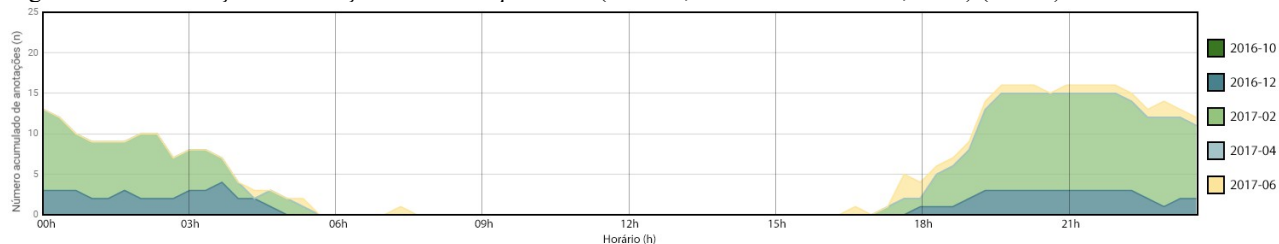


Figura 49 - Acumulação de anotações de *Hylodes aff. perplicatus* (Miranda-Ribeiro, 1926) (n=264).

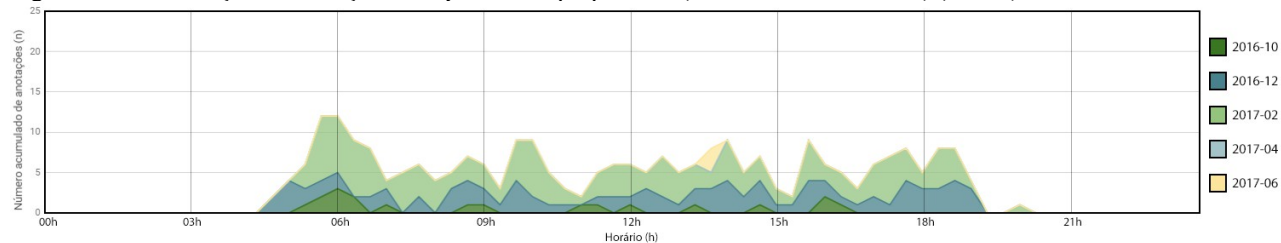


Figura 50 - Acumulação de anotações de *Physalaemus nanus* (Boulenger, 1888) (n=142).

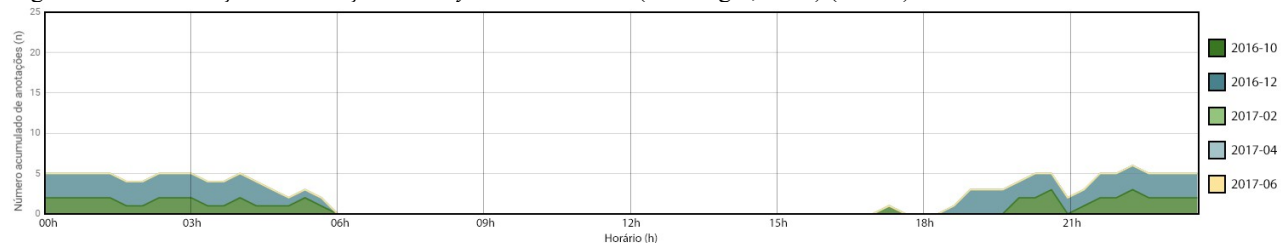


Figura 51 - Acumulação de anotações de *Adenomera engelsi* (Kwet, Steiner & Zillikens, 2009) (n=573).

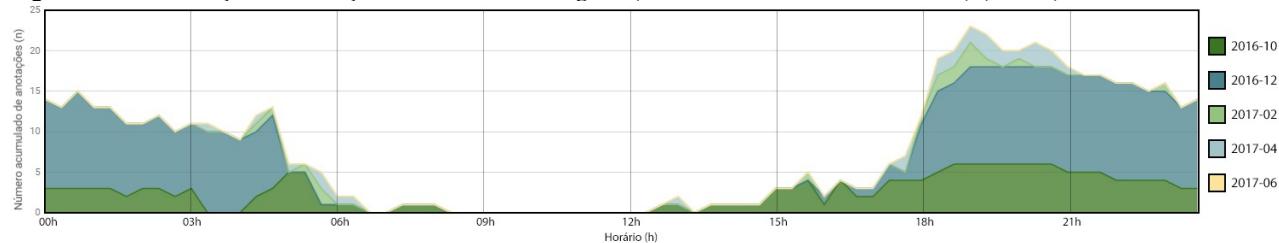


Figura 52 - Acumulação de anotações de *Leptodactylus gracilis* (n=527).

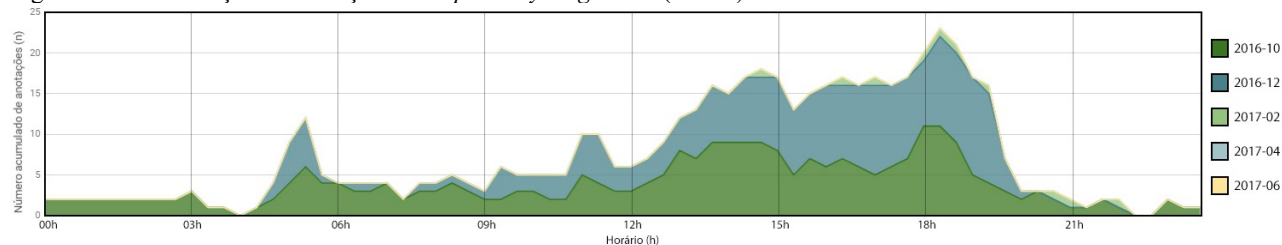


Figura 53 - Acumulação de anotações de *Ischnocnema cf. henselii* (n=107).

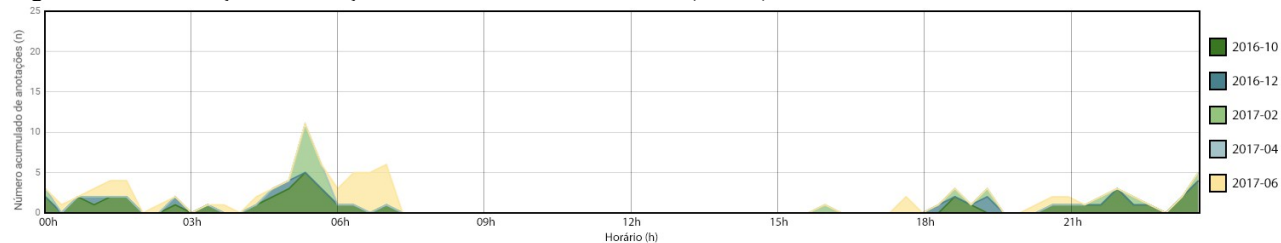


Figura 54 - Acumulação de anotações de *Ischnocnema* sp. (Reinhardt & Lütken, 1862) (n=164).

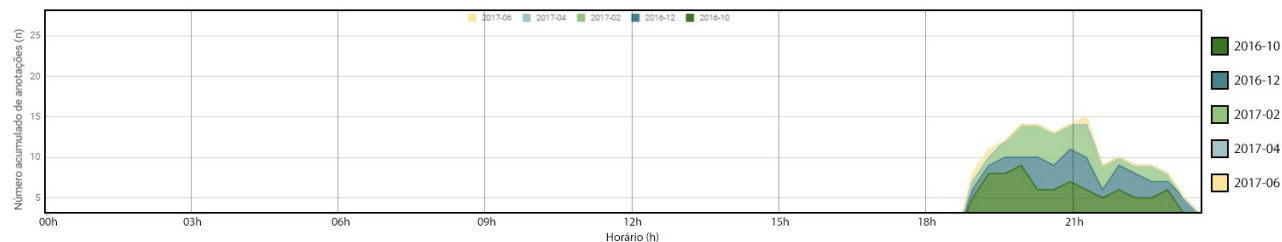
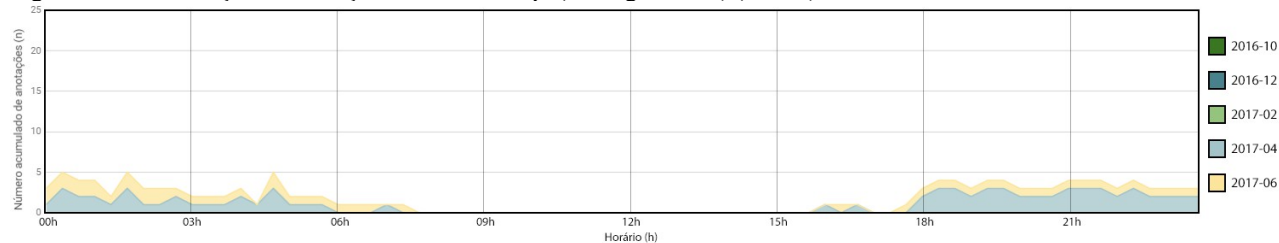


Figura 55 - Acumulação de anotações de *Rhinella* sp. (Fitzinger, 1826) (n=124).



4 DISCUSSÃO

A paisagem sonora do trecho estudado dentro do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro reflete a riqueza esperada dentro de um dos principais *hotspots* para a conservação natural (FUKAHORI et al., 2009; MYERS et al., 2000). Avaliamos que nosso objetivo de amostragem através da paisagem sonora teve sucesso, já que a maioria absoluta dos sinais apresentam características que lhes permitem serem enquadrados dentro das categorias taxonômicas supra específicas. Mesmo quando não era possível chegar a nível de espécie, o método de anotação em fonótipos permitiu agregar amostras através de fonótipos de mais abrangente.

A maioria das espécies que puderam ser determinadas pertenceram aos grupos das aves e dos anfíbios, cujo estudo dentro da bioacústica já é bem estabelecido (ACEVEDO et al., 2009; HADDAD et al., 2007; VIELLIARD, 1987; VIELLIARD, 2004), e bancos de referência podem ser consultados. O grupo dos insetos foi representante de uma grande variedade de sinais distintos e foi a categoria com maior número de anotações, porém devido à falta de bancos de comparação, não foi possível determinar espécies responsáveis por tais sinais. Os sinais de natureza desconhecida não possuíam nenhuma característica que lhes permitiu incluir em um grupo taxonômico específico, sendo que muitas vezes um tipo de sinal pode facilmente ser disputado por duas categorias, como alguns sinais próximos à faixa de ultrassom, que podem pertencer tanto a morcegos como serem estalos do tipo *wingclip* de insetos, contudo também atualmente não dispomos de bibliotecas acústicas de quirópteros. Quanto às antropofonias, todas puderam ser classificadas dentro das macrocategorias propostas. As geofonias também foram claramente identificáveis, mas, para termos de anotação, sugerimos nos próximos trabalhos incluir o som de gotas, já que estas podem estar relacionadas não a chuvas, mas sim à umidade do ar, neblinas e névoas, ocorrendo no final da madrugada e começo da manhã durante as coletas de outono.

Enquanto anotação de sinal pertencente às espécies e fonótipos em si, não foi possível identificar a natureza comportamental da maioria dos sinais, uma vez que faltam bancos de comparação etológica de muitas espécies dentro dos arquivos bioacústicos, assim, descartamos incluir esta informação nas anotações. Além disso, é comum encontrarmos o mesmo tipo de sinal acústico marcado de diversas formas dependendo da experiência do determinador ou do contexto no qual uma observação tenha sido feita. Tendo isto em mente, a anotação a

nível taxonômico de espécie ou categoria fonotípica mais abrangente permite que, mesmo assim, estes dados estejam disponíveis para outros pesquisadores que estejam trabalhando com bioacústica a um nível espécie, ou para os presentes e futuros programas de identificação de sinais de sinais. É importante ressaltar que o método de anotação no presente trabalho foi feito a nível da amostra de 1 minuto como um todo, de forma que, mesmo que um ou mais indivíduos cantem diversas vezes durante o mesmo minuto amostrado, para todos os fins eles geram somente uma anotação, da mesma forma que um indivíduo que vocalize somente uma única vez também gera uma anotação. Dados sobre a qualidade do sinal também foram anotados para comparações com investigações futuras, e a vantagem, desvantagem e utilidade disto depende do tipo de trabalho que busca ser feito a partir da paisagem sonora, o que será discutido de forma mais aprofundada no Item 4.2.

4.1 RIQUEZA E DIVERSIDADE

PIACENTINI et al. (no prelo) destacam o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro como a região com maior variedade de aves do sul do Brasil, sendo este o grupo com o maior número de espécies descritas nesta investigação. Graças aos estudos e bancos acústicos de aves bem estabelecidos, foi possível determinar 79,76% das 5134 anotações de aves em nível de espécie, o que torna o trabalho com este grupo mais acessível.

Contudo, nem sempre a identificação da espécie emissora é fácil ou possível, dependendo das condições de campo e do sinal. Um exemplo disto são algumas vocalizações das aves *Hemithraupis ruficapilla* (Sundevall, 1872), *Tangara cyanocephala* (Statius Muller, 1776), *Tangara desmaresti* (Vieillot, 1819) e *Tangara seledon* (Cabanis, 1847), dificilmente distinguíveis entre si, pois possuem uma morfologia sonográfica similar. Outro fator complicador é que muitas vezes estes pássaros estão agregados em bandos mistos, cantando simultaneamente e próximos uns aos outros, o que impede qualquer chance de distinção aural do número de indivíduos. Este enviesamento muitas vezes é fruto do comportamento das espécies individuais, mas também é fruto das limitações de identificação de algumas vocalizações. Um terceiro fator reside em espécies que imitam o canto de outras espécies, como o gaturamo-verdadeiro *Euphonia violacea* (Linnaeus, 1758).

A determinação da espécie é muito mais confiável quando podemos ouvir sinais complexos, uma vez que tais assinaturas sonoras

comumente possuem padrões de morfologia sonográfica, temporais, frequenciais ou de timbre que os distinguem (BARDELI et al., 2010; MARQUES, 2008; VIELLIARD, 1987). Quando a vocalização se limita a sinais simples ou de uma única nota, a possibilidade de enviesamento se torna muito maior, algo comum a uma série de outros pássaros de pequeno porte que também possuem piados curtos e quase indistintos entre espécies. O sistema de anotação apresenta uma vantagem quanto a isso para o futuro: sabemos com precisão onde estão as amostras problemáticas para que possam ser reavaliadas, especialmente em vista de detectores automáticos baseados nos sinais de alta qualidade que possam reduzir a carga de trabalho na distinção destes fonótipos. Uma sumarização das principais ocorrências de identificação dúbia pode ser encontrada no Apêndice B. Esperamos com a sumarização destes dados auxiliar futuros trabalhos que possam dificuldades semelhantes.

A atividade de vocalização da maioria dos anuros começa no início da noite e segue por toda a madrugada. As anotações podem causar uma impressão de que esta atividade é constante, porém no início da noite muitas vezes podemos ouvir assembleias vocalizando intensivamente, enquanto a atividade no resto da noite e durante a madrugada é limitada a poucas e esparsas vocalizações, muitas vezes de um único indivíduo. Espécies que fogem a este padrão são *Hylodes aff. perplicatus* (Miranda-Ribeiro, 1926), que possui atividade somente durante o período do dia, e *Leptodactylus gracilis* (Duméril & Bibron, 1840), cuja atividade se inicia principalmente a partir do começo da tarde até o início da noite, e também no início da manhã. Dependendo das condições, *L. gracilis* também iniciou seu período de vocalização mais cedo em dias de chuva, de forma que serão necessários estudos focados nesta espécie para compreender qual é a correlação de fatores que influenciam em tal comportamento. A falta de informações sobre temperatura e umidade durante os períodos também cria uma lacuna de dados que poderiam ser úteis a esta investigação.

Entre os insetos, ortópteros tiveram anotações em todas as estações, perfazendo o grupo com maior número de anotações individuais (5225 anotações). É importante ressaltar que o número de fonótipos de ortópteros mudou consideravelmente ao longo do trabalho, pois diversas espécies deste grupo possuem grandes variações na sua frequência e taxa de estridulação, dependendo do tamanho do indivíduo e do clima (JELIAZKOV et al., 2016; TURCHIN, 2003). Assim, por exemplo, o fonótipo 12 agrega 3 fonótipos inicialmente divididos devido à taxa de estridulação e variação da frequência fundamental entre 4.5KHz e 6.8KHz, mas cuja continuidade nos permitiu agregar em uma

única classe. Cabe apontar aqui que há uma subjetividade inerente às investigações descritivas, sendo este um trabalho de anotação de paisagem sonora, e não de taxonomia bioacústica. Tais investigações precisarão levar em conta relações alométricas das frequências e podem ser conduzidos a nível de espécie. Um resumo das frequências utilizadas pelos diferentes fonótipos pertencentes a ortópteros pode ser visto no Apêndice C.

Hemipteras, representados pelas cigarras e cigarrinhas, aparecem somente durante períodos mais quentes, como o final da primavera e durante o verão (SAISHO, 2018; SANBORN et al., 2011; SANBORN et al., 2017), e assim como no caso dos ortópteros, nem todos fonótipos são facilmente reconhecíveis, devido à sobreposição de faixas de frequência, que perdem sua distinção com a distância. Uma forma de diferenciar os fonótipos se baseia em características do chiado, como presença ou não de aumento da intensidade do sinal, distância entre harmônicos e modulação destes.

Os *estalos de asas*, que somaram 1201 anotações, podem contribuir para o aumento das anotações tanto de hemipteras e principalmente de ortópteros, dado que vários *estalos de asas* potencialmente pertencem a este grupo (ROBINSON; HALL, 2002). Uma vez elucidados os padrões circadianos e sazonais deste comportamento sonoro, podemos descartar quais pertençam a Hemiptera, uma vez que este grupo tem atividade somente no verão e períodos próximos.

Dípteros (moscas e mosquitos) e Himenópteros (abelhas, zangões e formigas) contribuíram com poucas anotações para este trabalho, mas algumas características de seus sons puderam ser percebidas como determinantes para a criação de classes fonotípicas. O som produzido por estes animais vem da frequência com que batem suas asas, sendo que Potamitis (2014) já conduziu um trabalho com a classificação de mosquitos através destas frequências e harmônicos, o que nos estimulou à atenção nesses fonótipos para contribuir com futuras investigações.

Apesar dos insetos comporem a maior quantidade de espécies existentes, poucos grupos se utilizam conhecidamente da paisagem sonora, e mesmo estes grupos ainda são pouco elucidados dentro da bioacústica (KOCHER, COCROFT, 2018; ROBINSON, HALL, 2002). Uma vez em posse de padrões temporais e pontos amostrais podemos, em uma futura campanha, recolher indivíduos para determinação taxonômica, possuindo um banco de dados já anotado. Dentro de nosso trabalho, a análise de padrões temporais e de frequência revelou diversas

incongruências nos agrupamentos de fonótipos de insetos durante a etapa de elaboração dos gráficos de acumulação de anotações, de forma que nos limitamos à descrição dos fonótipos, deixando uma análise mais aprofundada em estudos futuros. Para todos os fins, aconselhamos utilizar os resultados deste trabalho na construção de protocolos de coleta de insetos dentro da região estudada após análise deste grupo separadamente.

Quanto aos mamíferos, destacamos que as anotações de *H. sapiens sapiens* estiveram associadas às antropofonias de carros e roçadeiras. Trazemos atenção ao fonótipo desconhecido NC ft. 1, provavelmente correspondente aos chamados sociais de quirópteros. Outros sinais não determinados acima dos 12KHz também podem pertencer a este grupo, porém um estudo que busque avaliar a diversidade de quirópteros necessitaria de um gravador de ultrassons, estando para além do escopo deste trabalho. Outros pesquisadores nos atentaram à possível presença de *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766) e *Nasua nasua* (Linnaeus, 1766) (CHEREM et al., 2011), porém não obtivemos presença positiva de suas vocalizações em nenhuma amostra analisada. Para todos os fins, não consideramos que o método de análise de paisagem sonora tenha tido êxito na avaliação da diversidade de mamíferos neste estudo.

A presença de chuva ou curso d'água com pressão sonora intensa em uma mesma gravação mostraram casos de sobreposição de sinais geofônicos de alta intensidade que ocupavam a mesma banda de frequência: em casos de chuvas fortes, não era possível notar a presença do curso d'água, e cursos d'água caudalosos também contribuíram para a não anotação de chuva em períodos nos quais esta era perceptível nas outras amostras. A cobertura vegetal também é outro fator que pode interferir na nossa percepção da presença de chuva, caso esta seja menos intensa (BEDOYA et al., 2017). Durante o outono foi possível perceber a queda de gotas condensadas durante a madrugada, o que está relacionado à umidade do ar e neblinas que se formam no local. A presença de chuva também ocasionou a diminuição da atividade de todos os grupos, tanto no momento da chuva, como comumente no dia seguinte. Uma exceção notória foi *Leptodactylus gracilis*, que diversas vezes começou a vocalizar em grupos durante a chuva, porém esclarecemos que este contraste é baseado na experiência de anotação, sendo que seriam necessárias mais réplicas para afirmar a presença deste comportamento.

A maioria dos trovões ocorreram durante as chuvas, com poucos casos de trovões isolados antecedendo a precipitação. Do ponto

de vista do método de anotação, a presença de um curso d'água nos Pontos 4 e 5 (Ponto do Enferrujado e Lagoa da Pousada) causa um enviesamento na quantificação de sinais sonoros de cursos d'água, pois esta fonte é permanente. Por outro lado, é importante ter em mente que muitos animais estão adaptados a estes locais sobretudo por ser uma fonte de água e portanto, fonte de recurso ou local de reprodução e oviposição. Rios temporários também se formaram após chuvas intensas, aumentando a pressão sonora após estes fenômenos, e sua duração após as chuvas varia entre algumas poucas horas a até um dia inteiro após a chuva. O vento, terceira geofonia mais presente nas gravações, geralmente foi percebido em rajadas de menor intensidade. A assinatura sonora do vento merece um destaque especial: ventos intensos podem ser percebidos como uma mancha indistinta de ruído com grande pressão sonora e em frequência de 20Hz até 500Hz quando este atinge diretamente o microfone, mas é possível perceber também uma mancha de ruído de menor pressão que pode atingir dos 20Hz até 12KHz, produzido pelo vento ao passar pela folhagem das árvores circundantes. Quando a pressão sonora do vento é excessiva, percebemos *clippings*³ na gravação.

Geofonias apareceram muito pouco neste trabalho (71 anotações), sendo que muitas de suas aparições foram pontuais e refletiram atividades no Hotel Plaza Caldas da Imperatriz, como as 10 anotações de fogos de artifício no dia 12 de outubro de 2016, quando o Dia das Crianças estava sendo celebrado, e as anotações de roçadeiras feitas durante os dias de manutenção do local. A partir dos sons e sonogramas de aviões, é possível determinar se se trata de um avião de grande porte ou um avião pequeno sobrevoando próximo à área.

4.2 PADRÕES TEMPORAIS DA PAISAGEM SONORA

Os períodos entre a primavera e verão apresentaram maior atividade acústica por ponto amostrado, com uma grande diminuição durante o outono. Pudemos perceber um particionamento entre comunidades diurnas e noturnas estáveis ao longo de todo ano, porém, ainda que este padrão seja esperado, esta afirmação requer um estudo estatístico aprofundado sobre os padrões encontrados, e uma amostragem de somente um ano com pontos distintos não oferece

3 Quando o vento atinge o microfone com força o suficiente para “estourar” a gravação.

confiabilidade suficiente - o que não impede que as réplicas sejam utilizadas no contraste com futuras coletas.

Durante o dia, as aves normalmente dominam a paisagem sonora. A maioria das espécies possuem comportamento diurno (SICK, 1997), sendo exceções presentes neste trabalho, os membros das famílias Strigidae e Caprimulgidae que são aves noturnas. O período inicial de todos os dias foram marcados em maior ou menor escala pela presença de coros matutinos, um comportamento já bem estudado nas aves, porém cuja compreensão ainda é incompleta (SCHRAFT et al., 2017; STANLEY et al., 2016). No final do dia, é possível perceber um segundo coro de aves, mais tímido que o primeiro, e notavelmente *Turdus albicollis* (Vieillot, 1818) e *Schiffornis virescens* (Lafresnaye, 1838) apresentaram sua maior atividade nesse período do final do dia, sendo comum ouvir *Turdus rufiventris* cantando durante a chuva no final do dia nos pontos em que estava presente. Outro destaque deve ser feito para *Chiroxiphia caudata*, cujo padrão de atividade se mantém constante durante o dia todo - somando-se este fator com sua ampla distribuição local, que pode ser encontrada em todos os pontos de todas as coletas. Uma série de fatores contribui para a maior atividade das aves durante a primavera e verão na região estudada. A primavera caracteriza o período de nidificação e reprodução das aves (SICK, 1997), com movimentação constante dos casais, e o verão é a época de amadurecimento de indivíduos jovens, também um período de consolidação de seus repertórios (VIELLIARD, 1987).

Somando-se às aves no período diurno, durante a primavera e verão podemos encontrar anuros como *Hylodes* aff. *perplicatus*, cuja atividade se dá somente durante o dia e em cursos d'água, comportamento comum às espécies do gênero *Hylodes* (LIGNAU; BASTOS, 2007; SÁ et al., 2016) e também *Leptodactylus gracilis*, que apresentou uma gama variada de comportamentos temporais, muitas vezes associados às chuvas, sendo que foi possível encontrar esta espécie vocalizando durante todos os períodos do dia, mas com maior intensidade durante a tarde, decrescendo durante a noite até seu silenciamento. Durante o verão a comunidade diurna também conta com a presença constante de cigarras, cuja atividade intensa muitas vezes mascara as vocalizações da maioria das aves (STANLEY et al., 2016). Nossos resultados demonstram que notoriamente as biofonias destes insetos se sobrepõe às aves com frequência fundamental acima de 4KHz.

A comunidade noturna é marcada principalmente pela presença de insetos, especialmente ortópteros, com exceção do Ponto 5, junto à

lagoa, onde há maior presença da atividade de anuros. A atividade destes animais geralmente começa ao entardecer, crescendo ao longo da noite e sua posterior diminuição durante a madrugada. Semelhantemente aos anuros, as anotações de presença precisam ser avaliadas quanto ao número de emissores, já que no período do começo da noite são muito mais comuns assembleias de vários indivíduos de uma mesma espécie, e durante a madrugada é mais comum a presença de um único indivíduo estridulando esparsamente durante o minuto amostrado. Além disso, ainda que muito mais intensa durante o verão, a atividade de ortópteros é constante durante todo ano. Os fonótipos Orthoptera ft. 3, ft. 7, ft. 15 e ft. 16 (Apêndice A) puderam ser identificados em todas as estações, e é possível que o mesmo ocorra com outras espécies cujos fonótipos foram separados devidos às suas característica espectrais, como bandas de frequência distinta (ANICHINI et al., 2018). Cigarras também marcaram forte presença no final da tarde e começo da noite durante o verão. A maioria dos *estalos de asas* também foram anotados durante o período da noite. A relação de quais fonótipos de *estalos de asas* estão associados a quais espécies de insetos poderá ser elucidada em estudos *in situ* futuros e através da correlação da presença destes aos padrões temporais encontrados em ortópteros e hemípteros.

Ainda na comunidade noturna, especialmente próximo a cursos e corpos d'água (Pontos 3 e 5), a presença de coros de anuros confere uma assinatura marcante aos espectrogramas, especialmente das espécies *Dendropsophus minutus*, *Boana bischoff*, *B. faber* e *Scinax perereca* durante o verão. Afastado da lagoa, temos uma presença maior das espécies *Bokermannohyla hylax*, *Physalaemus nanus*, *Adenomera engelsii*, *Leptodactylus gracilis* e espécies do gênero *Ischnocnema*. A atividade de vocalização de *Rhinella* sp. está associada a períodos de reprodução explosiva após chuvas que, contrariando nossas expectativas, foi anotada somente nas coletas do outono. Durante a primavera também pode ser percebido o comportamento acústico de *Adenomera engelsii* no período da tarde, intensificando até o período da noite e no começo da manhã, porém nas outras estações a espécie manteve um padrão de comportamento acústico noturno.

Os mamíferos apresentaram comportamento acústico mais tímido, e no casos dos quirópteros, ainda que sejam bastante comuns, somente os chamados sociais de algumas espécies podem ser capturados pelo equipamento de gravação utilizado neste trabalho e sendo subamostrado por este motivo (CHEREM, 2011). O fonótipo de categoria desconhecida ND ft. 1 (Apêndice A) pode possivelmente pertencer a este grupo.

Enfim, a maioria dos grupos mantém um padrão circadiano de uso da paisagem constante ao longo do período amostrado, com exceção de hemípteros, que estão presentes somente durante o verão e épocas próximas, e dos anuros, cuja atividade no outono foi notável somente no Ponto 5 - Lagoa da Pousada, e em baixa quantidade. As dinâmicas de uma paisagem sonora com relações complexas precisam ser entendidas tanto a nível intraespecífico como a nível de comunidade (RODRIGUEZ et al., 2014)

4.3 TRABALHOS FUTUROS

É importante ressaltar que este trabalho tem caráter de levantamento de riqueza e diversidade. Pontos amostrais foram escolhidos com base na experiência pessoal do autor e sugestões de outros pesquisadores que trabalharam no mesmo local, portanto não foram feitas réplicas que pudessem ser testadas estatisticamente do ponto de vista de um ano completo. Um segundo conjunto de esforços amostrais ano foi feito durante a primavera e verão de 2017 e 2018 com 4 pontos fixos, fora do escopo do presente estudo. A partir dos dados coletados neste trabalho, podemos destacar 3 principais desenvolvimentos nos quais este trabalho pode ser utilizado:

1. Prover sistemas de reconhecimento automatizado de espécies;
2. Avaliar a eficácia de Índices Acústicos como estimador da diversidade de comunidades complexas;
3. Disponibilização do banco de dados para consulta.

4.3.1 Reconhecimento automatizado

Com a coleta de amostras de alta qualidade, podemos alimentar plataformas de reconhecimento automatizado e testar a eficácia destas sobre as amostras atuais, as quais já possuem anotação validadas. O Arquivo Bioacústico Catarinense atualmente já trabalha com a ARBIMON (SIEVE-ANALYTICS), e a próxima etapa do trabalho envolve criar modelos de reconhecimento baseados nas espécies que apresentaram 20 ou mais amostras de alta qualidade. Uma dificuldade desta empreitada reside no fato de que a plataforma requer a identificação da natureza etológica da anotação biofônica em uma

categoria de fonótipo (chamado, canto, canto noturno, etc), o que nos obriga diversas a determinar vocalizações dentro de categorias cuja natureza etológica não nos é clara *a priori*. O reconhecimento de cantos funcionais (VIELLIARD, 1987) facilitaria a implementação do sistema de anotações mas não impede a futura complementação de determinação etológica dos sinais. A limitação desta prática não afeta a qualidade do modelo de identificação em si, mas pode levar a uma falta de padronização dos modelos e classificação.

O grupo dos anuros nos apresenta um desafio interessante, uma vez que foi o grupo com maior quantidade de amostras de alta qualidade por espécie, porém não sabemos qual será a eficiência dos modelos de classificação ao lidar com diversas vocalizações sobrepostas. Para avaliação de riqueza, o reconhecimento e validação das espécies cumpre o papel de levantamento, mas ao estudar ciclos circadianos e sazonais, falsos positivos e falsos negativos podem levar a um enviesamento dos resultados (ROSTIROLLA et al., 2015). Como tratam-se de algoritmos de *machine learning*, futuros desenvolvimentos deste trabalho deverão conter uma segunda etapa de validação destes casos, aprimorando os modelos, o que significa que os primeiros trabalhos terão um ônus que tende a diminuir com o tempo.

A identificação automatizada de insetos também é desafiadora, pois programas de classificação devem levar em conta a plasticidade encontrada na frequência de alguns ortópteros, que pode ser devido a relações alométricas, variando entre indivíduos e relações climáticas, onde a temperatura influencia diretamente na taxa de estridulação e na frequência produzida. Além disso, a sobreposição de vários indivíduos pode causar um mascaramento semelhante ao que é encontrado nas comunidades de anuros. Uma melhor avaliação pode ser feita levando em conta fatores abióticos como temperatura e umidade relativa do ar, o que requer o emprego de *data logs* em campo.

Outro resultado que pode auxiliar futuros trabalhos é a descrição de períodos circadianos. Uma vez que o período de atividade sonora de uma dada espécie é conhecido, acreditamos que seja possível inferir um grau de confiabilidade dentro destes sistemas, ou pelo menos auxiliar na decisão do período circadiano sobre o qual serão selecionadas as amostras para análise.

4.3.2 Índices Acústicos Automatizados

O próximo grande passo reside em avaliar a relação de Índices

Acústicos Automatizados com as amostras triadas. O desenvolvimento, eficiência e confiabilidade destes índices é tema de debate intenso dentro da área de ecologia de paisagens sonoras (DEPRAETERE et al., 2012; FARINA et al., 2011; FERREIRA et al., 2018; FULLER et al., 2015; GASC et al., 2013; GASC et al., 2015; JORGE et al., 2018; LELLOUCH et al., 2014; MACHADO et al., 2017; MAMMIDES et al., 2017; PIERETTI et al. 2011), e a aplicação desta metodologia sobre amostras anteriormente conhecidas pode nos ajudar a compreender quais índices ou combinação de índices se adequam melhor às comunidades e dinâmicas presentes na paisagem sonora. Em condições normais de campo, os sinais estarão presentes com distâncias e pressões sonoras distintas, assim, é possível que uma única espécie com um canto com longa duração, que ocupe uma banda de frequência grande e que se encontre próxima ao microfone, resulte em um índice semelhante a uma amostra que possua diversos cantos distintos, porém distantes do microfone. Até onde foi possível avaliar através da revisão bibliográfica, existem poucos estudos que apliquem estes índices a paisagens sonoras complexas onde vários táxons estão presentes (FERREIRA et al., 2018). Towsey et al. (2014) relatam em seu trabalho que a presença de cigarras e chuva forte nas amostras causa um enviesamento nos índices, portanto nem sempre um índice alto necessariamente reflete uma comunidade diversa. Por outro lado, tais métodos permitem escolher um intervalo de frequências dentro do espectro, o que pode diminuir o enviesamento causado por faixas que não pertençam aos grupos de interesse.

Dado que períodos diurnos e noturnos são compostos por comunidades diferentes, um possível caminho a ser tomado é estabelecer em que medida estes índices variam durante o ciclo circadiano. Comunidades de anuros e insetos apresentaram uma homogeneidade em nossas amostras, dessa forma acreditamos que estes índices possam ser bons estimadores destas assembléias acústicas.

Outro trabalho que contribui para uma melhor análise das amostras está presente no trabalho de Bedoya et al. (2017), com a identificação de chuvas dentro de amostras acústicas, o que pode auxiliar descartando amostras que podem enviesar estes índices.

4.3.3 Acesso e uso do banco de dados

Ainda que este trabalho sumariza os dados encontrados, uma análise aprofundada requer acesso ao banco de dados estabelecido para que outros pesquisadores possam utilizá-lo. Antes disso ainda é

necessária a padronização das categorias fonotípicas encontradas, especialmente para o grupo dos insetos. Uma vez finalizada esta etapa, esperamos dispor do conteúdo para consulta através do Arquivo Bioacústico Catarinense (ECZ/UFSC). Amostras de boa qualidade serão tombadas futuramente, além do Arquivo Bioacústico Catarinense, no site WikiAves, a biblioteca Macaulay (CORNELL), Xeno-Canto e Fonoteca Neotropical Jacques Vielliard (UNICAMP). Pelo momento, a solicitação de amostras pode ser feita diretamente com o autor.

4.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO

Os índices de qualidade do sinal foram baseados na nossa experiência e podem variar de acordo com as propriedades de gravadores e microfones distintos que possam ser utilizados em outros trabalhos, assim, a experiência do pesquisador sempre deve ser levada em conta, enquanto não for possível uma padronização sobre estes valores.

O método de ponto de raio infinito por monitoramento acústico passivo captura sinais em diversas distâncias, sendo que nem todos os sinais terão a mesma clareza interpretativa, como apontado por DARRAS et al. (2018). Além disso, a distância que a vocalização de um animal atinge depende de muitos fatores, como pressão sonora do sinal ou sua frequência. Sinais de alta frequência, como aqueles produzidos por beija-flores e pequenas aves são detectáveis a distâncias significativamente mais curtas do que sinais graves, causando um possível enviesamento tanto na avaliação de riqueza quanto de diversidade.

Muitos repertórios animais permanecem inexplorados, o que não permite uma identificação precisa de muitos dos sinais. Alguns sinais podem pertencer a grupos diversos e sua identificação precisa ser tema de trabalhos futuros, porém a notação de seus padrões temporais permite focar o esforço amostral posterior diretamente sobre os emissores dos sinais, facilitando a identificação.

Este trabalho faz parte de uma avaliação mais abrangente da paisagem sonora do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. Um trabalho anterior conduzido pelo Laboratório de Bioacústica (LaBac/UFSC) (ROSTIROLLA; MOREIRA, 2017; ROSTIROLLA et al. 2017), com amostragem de 1 minuto a cada 10 durante os períodos de outubro e dezembro de 2016 e fevereiro de 2017 e focado no grupo das aves encontrou para além das espécies encontradas neste trabalho as seguintes espécies: *Patagioenas plumbea*, *Lurocalis semitorquatus*,

Megaceryle torquata, *Malacoptila striata*, *Piculus aurulentus*, *Celeus flavescens*, *Micrastur semitorquatus*, *Myrmotherula unicolor*, *Merulaxis ater*, *Eleoscytalopus indigoticus*, *Dendrocolaptes planirostris*, *Furnarius rufus*, *Cichlocolaptes leucophrys*, *Manacus manacus*, *Myiornis auricularis*, *Tyrannicus burmeisteri*, *Orthogonio chloricterus* e *Sicalis flaveola*, de forma que somando os dois trabalhos atingimos uma marca de 116 espécies descritas somente a partir da paisagem sonora presente. Esperamos em futuros trabalhos convergir estes achados e avançar na determinação dos fonótipos não identificados de forma a gerar um resultado mais robusto.

Enquanto estruturação de investigação científica, concordamos com Towsey et al (2014) na consideração de que a Ecologia Acústica se apresenta como um paradigma emergente na cooperação científica, capaz de reunir em si diversos ramos da bioacústica, ecologia, física, desenvolvimento tecnológico, conservação e conscientização ambiental.

4.5 ENFIM, O QUE DIZ O PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO TABULEIRO?

Cada paisagem possui uma voz, um traço que é só seu. A voz do interior do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro nos soa límpida aos ouvidos: suas aves são muitas e exuberantes, sapos e grilos preenchem a noite, em uma ópera inspiradora, e outros animais apresentam uma cornucópia de diversidade a ser compreendida e admirada. Ainda assim, o PEST vem sofrendo pressões externas que aos poucos estão invadindo os limites do parque (SANTA CATARINA, 2009). Tal voz precisa ser protegida, não pelo nosso desejo mesquinho, mas pela importância que ela carrega por si mesma e para todos os seres que lá vivem. No mesmo sentido, Krause (2012) diz,

“Uma coisa é certa: onde quer que haja biofonias e geofonias não atingidas pelo ser humano, encontramos fontes de vitalidade e inspiração impressionantes. O trabalho de cada um de nós que registramos essas sonoridades revela uma partícula da verdade. Quando reunidos em um todo e partilhados com o resto da comunidade mundial, esses fragmentos começam a funcionar como uma lente composta, através da qual poderemos, por fim, confirmar o valor incomparável de nossos recursos sonoros naturais.

É uma tarefa para toda vida, fascinante e recompensadora, tanto no sentido estético quanto por aguçar a sensibilidade por meio da escuta das expressões do mundo natural.” (p. 209-210)

Essa voz não é simples fruto de uma assembleia de características geográficas e inventário animal - ela é a própria expressão da evolução deste local e herança para as futuras gerações destes seres, uma base sobre a qual cada ser encontra, constrói e transforma seu espaço. Estes processos evolutivos finalmente estão começando a ser estudados e entendidos, transcendendo a visão de que somente a dinâmica interna do organismo é responsável por estes processos: seu meio, sua relação com o meio e como ele é modificado reciprocamente, gradualmente está ganhando seu espaço dentro do entendimento da ecologia e da evolução (LALAND et al., 2016).

Assim como cada voz natural possui timbres únicos, esperamos com esse trabalho elucidar um pouco sobre as tessituras e timbres que compõem a voz do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, e que outras pessoas se estimulem à contemplação desta obra fantástica, que é a paisagem sonora destes poucos e tão importantes ambientes protegidos que o mundo ainda nos oferece.

5 CONCLUSÕES

- A paisagem sonora provê uma fonte rica de informações sobre a riqueza e diversidade do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (20274 anotações referentes a 114 spp. e 57 fonótipos). As aves compõem a maior parte da riqueza acústica encontrada (98 spp. com 5134 anotações); anuros (14 spp. com 3988 anotações) perfazem outro grupo cuja presença é marcante na paisagem; mamíferos marcaram baixa presença em nossas amostras (2 spp. com 10 anotações); insetos são o componente mais presente na paisagem sonora (47 fonótipos com 7882 anotações), porém faltam estudos que explorem a diversidade bioacústica deste grupo; alguns fonótipos de biofonia permanecem totalmente desconhecidos (1 fonótipo destacável e 102 anotações). Categorias geofônicas (4 fonótipos) contribuíram com 3087 anotações. A área de estudo mostrou baixa atividade antropofônica (5 fonótipos com 102 anotações).
- É possível perceber padrões circadianos e sazonais presentes na paisagem sonora, tanto nela como um todo, como dos componentes bióticos presentes. A primavera e verão apresentaram maior atividade acústica por ponto amostrado. Durante o dia, a paisagem sonora apresenta maior presença de insetos e aves, principalmente durante o coro matutino, enquanto a noite é marcada por anuros e também insetos. O verão também é marcado pela presença de cigarras, principalmente durante a tarde e no começo da noite.
- Com o banco de dados estabelecido, temos subsídios para para futuras investigações sobre paisagens sonoras da Mata Atlântica, principalmente para projetos de reconhecimento automatizado, avaliação da eficiência de Índices Acústicos, além dos próprios banco de dados que poderá ser consultado no Arquivo Bioacústico Catarinense (LaBAc - ECZ/CCB/UFSC).

6 REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, M. A., Bravo, C. J. C., Bravo, H. C., VILLANUEVA-RIVERA, L. J., AIDE, T. M. Automated classification of bird and amphibian calls using machine learning: A comparison of methods. **Ecological Informatics**, v. 4, p. 206-214, 2009.
- ANICHINI, M., FROMMOLT, K-H., LEHMANN, G. U. C. To compete or not to compete: bushcricket song plasticity reveals male body condition and rival distance. **Animal Behaviour**, v. 412, p. 59-68, 2018.
- BAPTISTA, L. F., GAUNT, S. L. L. Historical perspectives. Advances in studies of avian sound communication. **The Condor**, v. 96, p. 817-830, 2012.
- BARDELI, R., WOLFF, D., KURTH, F., KOCH, M., TAUCHERT, K.-H., FROMMOLT, K.H. Detecting bird sounds in a complex acoustic environment and application to bioacoustic monitoring. **Pattern recognition letters**, v. 31, 1524-1534, 2010.
- BARROWCLOUGH, G. F., CRACRAFT, J., KLINKA, J., ZINK, . M. How Many Kinds of Birds Are There and Why Does It Matter? **PLoS One**. Nov 23;11(11):e0166307. doi: 10.1371/journal.pone.0166307. eCollection. 2016.
- BEDOYA, C., ISAZA, C., DAZA, J. M., LÓPEZ, J. D. Automatic identification of rainfall in acoustic recordings. **Ecological Indicators**, v. 75, p. 95-100, 2017.
- BROWN, A. L., KANG, J., GJESTLAND, T. Towards standardization in soundscape preference assessment. **Applied Acoustics**, v. 72, p. 387-392, 2011.
- BUNCE, R. G. H., BOGERS, M. M. B., EVANS, D., HALADA, L., JOGNMAN, R. H. G., MUCHER, C. A., BAUCH, B., BLUST, G., PARR, T. W., OLSVIG-WHITTAKER, L. The significance of habitats as indicators of biodiversity and their links to species. **Ecological Indicators**, v. 33, p. 19-25, 2013.
- CHEREM, J. J., GRAIPEL, M. E., TORTATO, M. A., ALTHOFF, S.

L., BRÜGGEMANN, F., MATOS, J. Z., VOLTOLINI, J. C., FREITAS, R. R., ILLENSEER, R., HOFFMANN, F., GHIZONI-JR., I. R., BEVILACQUA, A., REINICKE, R., OLIVEIRA, C. H. S., FILIPPINI, A., FURNARI, N., ABATI, K., MORAES, M., MOREIRA, T. T., OLIVEIRA-SANTOS, L. G. R., KUHNEN, V. V., MACCARINI, T. B., GOULART, F. V. B., MOZERLE, H. B., FANTACINI, F. M., DIAS, D., PENEDO-FERREIRA, R., VIEIRA, B. P., SIMÕES-LOPES, P. C. Mastofauna terrestre do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. **Biotemas**, v. 24, p 73-84, 2011.

COLONNA, J. G., NAKAMURA, E. F., ROSSO, O. A. Feature evaluation for unsupervised bioacoustic signal segmentation of anuran calls. **Expert Systems with Applications**, v. 106, p. 107-120, 2018.

DARRAS, K., FURNAS, B., FITRIAWAN, I., MULYANI, Y., TSCHARNTKE, T. Estimating bird detection in sound recordings for standardizing detection ranges and distance sampling. **Methods in Ecology and Evolution**, p. 1-11, 2018.

DEPRAETERE, M., PAVOINE, S., JIGUET, F., GASC, A., DUVAIL, S., SUEUR, J. Monitoring animal diversity using acoustic indices: Implementation in a temperate woodland. **Ecological Indicators**, v. 13, p. 46-54, 2012.

EGLINGTON, S. M., PEARCE-HIGGINS, J. W. Disentangling the Relative Importance of Changes in Climate and Land-Use Intensity in Driving Recent Bird Population Trends. **PLoS One**. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0030407>, 2012.

FARINA, A., PIERETTI, N., PICCIOLI, L. The soundscape methodology for long-term bird monitoring: A Mediterranean Europe case-study. **Ecological Informatics**, v. 6, p. 354-363, 2011.

FARINA, A., JAMES, P. The acoustic communities: Definition, description and ecological role. **Biosystems**, v. 147, p.11-20, 2016.

FARINA, A. Ecoacoustics codes and ecological complexity. **BioSystems**, v. 164, p. 147-154, 2018.

FERREIRA, L. M., OLIVEIRA, E. G., LOPES, L. C., BRITO, M. C., BAUMGARTEN, J., RODRIGUES, F. H., SOUSA-LIMA, R. S. What

do insects, anurans, birds, and mammals have to say about soundscape indices in a tropical savanna. **Journal of Ecoacoustics**, v. 2, 2018.

FUKAHORI, S. T. I., NUNES, A., SOUZA, A., MARTERER, B. T. P., BRASIL, D. M., MUSSATTO, E. **Parque Estadual da Serra do Tabuleiro: Retratos da Flora e Fauna**. Florianópolis: CRIAG. 2009.

FULLER, S., AXEL, A. C., TUCKER, D., GAGE, S. H. Connecting soundscape to landscape: Which acoustic index best describes landscape configuration? **Ecological Indicators**, v. 58, p. 217-215, 2015.

GASC, A., SUEUR, J., JIGUET, F., DEVICTOR, V., GRANDCOLAS, P., BURROW, C., DEPRAETERE, M., PAVOINE, S. Assessing biodiversity with sound: Do acoustic diversity indices reflect phylogenetic and functional diversity of bird communities? **Ecological Indicators**, v. 25, p. 279-287, 2013.

GASC, A., PAVOINE, S., LELLUCH, L., GRANDCOLAS, P., SUEUR, J. Acoustic indices for biodiversity assessment: Analyses of bias based on simulated bird assemblages and recommendations for field surveys. **Biological Conservation**, v. 191, p. 306-312, 2015.

HADDAD, C. F. B., PRADO, C. P. A., TOLEDO, L. F. **ANFÍBIOS DA MATA ATLÂNTICA: GUIA DOS ANFÍBIOS ANUROS DA MATA ATLÂNTICA**. Ed. 1. São Paulo: Editora Neotropica. 244p. 2007.

JELIAZKOV, A., BAS, Y., KERBIRIOU, C., JULIEN., J-F., PENONE, C., LE VIOL, I. Large-scale semi-automated acoustic monitoring allows to detect temporal decline of bush-crickets. **Global Ecology and Conservation**, v. 6, p. 208-218, 2016.

JORGE, F. C., MACHADO, C. G., NOGUEIRA, S. S. C., NOGUEIRA-FILHO, S. J. G. The effectiveness of acoustic indices for forest monitoring in Atlantic rainforest fragments. **Ecological Indicators**, v. 91, p. 71-76, 2018.

KRAUSE, B. L. Bioacoustics, habitat ambience in ecological balance. **Whole Earth Review**, v. 57, p 14-18, 1987.

KRAUSE, B. **A grande orquestra da natureza: Descobrindo as**

origens da música no mundo selvagem. Rio de Janeiro: Zahar, 148p. 2013.

KRAUSE, B., FARINA, A. Using ecoacoustic methods to survey the impacts of climate change on biodiversity. **Biological Conservation**, v. 195, p. 245-254, 2016.

KOCHER, S. D., COCROFT, R. B. Signals in Insect Social Organization. **Reference Module in Life Sciences**, 2018.

LAILOLO, P. The emerging significance of bioacoustics in animal species conservation. **Biological Conservation**, v. 143, p. 1635-1645, 2010.

LALLAND, K.N., ULLER, T., FELDMAN, M. W., STERELNY, K., MÜLLER, G. B., MOCZEK, A., JABLONKA, E., ODLING-SMEE, J. The extended evolutionary synthesis: its structure, assumptions and predictions. **Proc. R. Soc. B.**, v. 282, 2016.

LELLOUCH, L., PAVOINE, S., JIGUET, F., GLOTIN, H., SUEUR, J. Monitoring temporal change of bird communities with dissimilarity acoustic indices. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 5, p. 495-505, 2014.

LIGNAU, R., BASTOS, R. P. Vocalizations of the Brazilian torrent frog *Hylodes heyeri* (Anura: Hylodidae): Repertoire and influence of air temperature on advertisement call variation. **Journal of Natural History**, v. 41, p. 1227-1235, 2007.

MACHADO, R. B., AGUIAR, L., JONES, G. Do acoustic indices reflect the characteristics of bird communities in the savannas of Central Brazil? **Landscape and Urban Planning**, v. 162, p. 36-43, 2017.

MAGNUSSON, W. E., GRELE, C. E. V., MARQUES, C. M., ROCHA, C. F. D., DIAS, B., FONTANA, C. S., BERGALLO, H., OVERBECK, G. E., VALE, M. M., TOMAS, W. M., CERQUEIRA, R., COLLEVATTI, R., PILLAR, V. D., MALABARBA, L. R., LINS-E-SILVA, A. C. NECKEL-OLIVEIRA, S., MARTINELLI, B., AKAMA, A., RODRIGUES, D., SILVEIRA, L. F., SCARIOT, A., FERNANDES, G. W. Effects of Brazil's Political Crisis on the Science Needed for Biodiversity Conservation. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 6,

2018.

MAMMIDES, C., GOODALE, E., DAYANANDA, S. K., KANG, L., CHEN, J. Do acoustic indices correlate with bird diversity? insights from two biodiverse regions in Yunnan Province, south China. **Ecological Indicators**, v. 82, p. 470-477, 2017.

MARQUES, A. B. Abordagens sobre a bioacústica na ornitologia. Parte I - Conceitos básicos. **Atualidades Ornitológicas**, v. 146, p 38-40, 2008.

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., FONSECA, G. A. B., KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

NIKOL'SKII, A. Ecological bioacoustics of mammals. **Bioacoustics**, v. 6, p. 302-303, 1996.

NODA, J. J., TRAVIESO, C. M., SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, D. Methodology for automatic bioacoustic classification of anurans based on feature fusion. **Expert Systems with Applications**, v. 50, p. 100-106, 2016.

PIERETTI, N., FARINA, A., MORRI, D. A new methodology to invert the singing activity of an avian community: The Acoustic Complexity Index (ACI). **Ecological Indicators**, v. 11, p. 868-873, 2011.

PIJANOWSKI, B. C., FARINA, A., GAGE, S. H., DUMYAHN, S. L., KRAUSE, B. L. What is soundscape ecology? An introduction and overview of an emerging new science. **Landscape Ecology**, v. 26, p. 1213-1232, 2011a.

PIJANOWSKI, B. C., VILLANUEVA-RIVERA, L. J., DUMYAHN, S. L., FARINA, A., KRAUSE, B. L., NAPOLETANO, B. M., GAGE, S. H., PIERETTI, N. Soundscape Ecology: The Science of Sound in the Landscape. **BioScience**, v. 61, p. 203-216, 2011b.

POTAMITIS, I. Classifying insects on the fly. **Ecological Informatics**, v. 21, p. 40-49, 2014.

PYRON, R. A., WIENS, J. J. A large-scale phylogeny of Amphibia

including over 2800 species, and a revised classification of extant frogs, salamanders, and caecilians. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 61, p. 543-583, 2011.

RENWICK, A. R., JOHNSTON, A., JOYS, A., NEWSON, S. E., NOBLE, D. G., PEARCE-HIGGINS, J.W. Composite bird indicators robust to variation in species selection and habitat specificity. **Ecological Indicators**, v. 18, p. 200-207, 2012.

ROBINSON, D. J., HALL, M. J. Sound signalling in orthoptera. **Advances in Insect Physiology**, v. 29, p 151-278, 2002.

RODRIGUEZ, A., GASC, A., PAVOINE, S., GRANDCOLAS, P., GAUCHER, P., SUEUR, J. Temporal and spatial variability of animal sound within a neotropical forest. **Ecological Informatics**, v. 21, p. 133-143, 2014.

ROSTIROLLA, T. H., ARAÚJO, G. M., CAPELLA, D. B., MOREIRA, A. P. T. Model reliability for automated bioacoustic recognition trough ARBIMON. *In: XXV International Bioacoustics Congress*. 2015.

ROSTIROLLA, T. H., MOREIRA, A. P. T. Neither too much, nor too less: Data-mining an avian community through long-term soundscape recording and Rapid Assessment Survey. *In: XXVI International Bioacoustics Congress*. 2017.

ROSTIROLLA, T. H., FARIAS, F. B., WEIHERMANN, S., SILVEIRA, F., CAPELLA, D. B., BRÜGGEMANN, F. M., MOREIRA, A. P. T. Starting from scratch: Setting up of an automated ecoacoustic long-term survey in a rich neotropical Rain Forest environment. *In: XXVI International Bioacoustics Congress*. 2017.

SÁ, F. P., ZINA, J., HADDAD, C. F. B. Sophisticated Communication in the Brazilian Torrent Frog *Hylodes japi*. **PLoS ONE**, 11(1): e0145444. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145444>, 2016

SAISHO, Y. To compete or not to compete: bushcricket song plasticity reveals male body condition and rival distance. **Mathematical Biosciences**, v. 305, p. 55-59, 2018.

SANBORN, A. F., PHILLIPS, P. K., HEATH, J. E., HEATH, M. S.

Comparative thermal adaptation in cicadas (Hemiptera: Cicadidae) inhabiting Mediterranean ecosystems. **Journal of Thermal Biology**, v. 36, p. 15-155, 2011.

SANBORN, A. F., HEATH, J. E., HEATH, M. S., PHILLIPS, P. K. Thermal adaptation in North American cicadas (Hemiptera: Cicadidae). **Journal of Thermal Biology**, v. 69, p v-xviii, 2017.

SANTA CATARINA. **DECRETO N-SETMA-01-11-75/nº 1.260**. Cria o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. Acesso em 10/11/2018.

SANTA CATARINA. **LEI Nº 14.661**, de 26 de março de 2009. Reavalia e define os atuais limites do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, criado pelo Decreto nº 1.260, de 1º de novembro de 1975, e retificado pelo Decreto nº 17.720, de 25 de agosto de 1982, institui o Mosaico de Unidades de Conservação da Serra do Tabuleiro e Terras de Massiambu, cria o Fundo Especial de Regularização, Implementação e Manutenção do Mosaico - FEUC, e adota outras providências. Acesso em: 10/11/2018.

SCHAFER, R. M. **The soundscape**: Our Sonic Environment and the Tuning of the world. Rochester: Destiny Books, 308p, 1977.

SCHRAFT, H. A., MEDINA, O. J., McLURE, J., PEREIRA, D. A., LOGUE, D. M. Within-day improvement in a behavioural display: wild birds ‘warm up’. **Animal Behaviour**, v. 124, p. 167-174, 2017.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. 2a edição. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

SMITH, J. W., PIJANOWSKI, B. C. Human and policy dimensions of soundscape ecology. **Global Environment Change**, v. 28, p. 63-74, 2014.

STANLEY, C. Q., WALTER, M. H., VENKATRAMAN, M. X., WILKINSON, G. S. Insect noise avoidance in the dawn chorus of Neotropical birds. **Animal Behaviour**, v. 112, p. 255-265, 2016.

SUEUR, J., PAVOINE, S., HAMERLYNCK, O., DUVAIL, S. Rapid

Acoustic Survey for Biodiversity Appraisal. **PLoS ONE**, v. 3, 2008.

SUEUR, J., FARINA, A., GASC, A., PIERETTI, N., PAVOINE, S. Acoustic Indices for Biodiversity Assessment and Landscape Investigation. **Acta Acustica United With Acustica**, v. 100, p. 772-781, 2014.

TERRY, A. M. R., MCGREGOR, P. K. Census and monitoring based on individually identifiable vocalizations: the role of neural networks. **Animal Conservation**, 2002, v.5, p. 103-111, 2002.

TOWSEY, M., PARSONS, S., SUEUR, J. Ecology and acoustics at a large scale. **Ecological Informatics**, v.21, p. 1-3, 2014.

TUBARO, P. L. Bioacústica aplicada a la sistemática, conservación y manejo de poblaciones naturales de aves. **Etología**, v. 7, p. 19-32, 1999.

TURCHIN, P. **Complex Population Dynamics: A Theoretical / Empirical Synthesis**. Princeton: Princeton University Press, 456p., 2003.

VELLIARD, J. M. E. Uso da bioacústica na observação de aves. In: II **ENAVE** - Encontro Nacional de Anilhadores de Aves, 1987, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: UFRJ, 1987.

VELLIARD, J. M. E. Bird community as an indicator of biodiversity: results from quantitative surveys in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.72, p. 323-330, 2000.

VELLIARD, J. M. E. A diversidade de sinais e sistemas de comunicação sonora na fauna brasileira. In: I Seminário Música Ciências Tecnologia: Acústica Musical, p. 145-152, 2004.

WARREN, P. S., KATTI, M., ERMANN, M., BRAZEL, A. Urban bioacoustics: it's not just noise. **Animal Behaviour**, v. 71, p. 491-502, 2006.

APÊNDICE A – Riqueza e número de anotações por espécie ou fonótipo

Planilha 1 - Riqueza e número de anotações por espécie ou fonótipo

	2016-10		2016-12		2017-02			2017-04			2017-06				
Espécie ou fontótipo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P1	P5	P8	P1	P5	P8	P9	Total
AVES															5134
Tinamidae															
<i>Tinamus solitarius</i>	7	7	9	7	2		2				1				28
<i>Crypturellus obsoletus</i>	12	3	3		2			1			1	2		3	27
Cracidae															
<i>Penelope superciliaris</i>											1				1
<i>Penelope obscura</i>													1		1
Accipitridae															
<i>Harpagus diodon</i>													1		1
Charadriidae															
<i>Vanellus chilensis</i>		1													1
Columbidae															
<i>Patagioenas cayennensis</i>		1													1
<i>Leptotila rufaxilla</i>		3	4												7
<i>Geotrygon montana</i>		11													11
Strigidae															
<i>Strix virgata</i>		1						13			11		1	4	30
<i>Asio stygius</i>													1		1
Caprimulgidae															
<i>Antrostomus sericocaudatus</i>		1	1												2
<i>Nyctidromus albicollis</i>													5		5
Trochilidae															
<i>Phaethornis eurynome</i>		75	56	13	16	29	2					2			194
<i>Thalurania glaucopis</i>	1	3										3			7

	2016-10		2016-12		2017-02			2017-04			2017-06				
Espécie ou fontótipo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P1	P5	P8	P1	P5	P8	P9	Total
Trogonidae															
Trogon surucura	11	7	5				2		3		1		6		35
Trogon rufus													4		4
Momotidae															
Baryphthengus ruficapillus	5	1					5	2							13
Ramphastidae															
Ramphastos dicolorus	1	1	2		4		3		1	1	1	4	3	4	25
Picidae															
Picumnus temminckii	6	2	4		10	3	7	9	5	1	5	2	1	1	56
Veniliornis spilogaster	1														1
Psittacidae															
Pyrrhura frontalis	1		7		10	9	7								34
Brotogeris tirica			4				2								6
Triclaria malachitacea														1	1
Thamnophilidae															
Rophias gularis			2	1		10	2	4			1				20
Dysithamnus mentalis		1	2			4									7
Herpsilochmus rufimarginatus	6	7	2	1	2	18		1						2	39
Hypoedaleus guttatus	14	11	3	4	7	9		4	1						53
Myrmoderus squamosus	7	5	4	2	2	10	9	16	21				3	1	61
Pyriglena leucoptera	5	5	12	7	5	3	3	1	4						45
Conopophagidae															
Conopophaga melanops		1	2				2	3			1				9
Grallaridae															
Grallaria varia													5		5
Formicariidae															
Chamaeza campanisona	15	17	2		2	7	21	5		1	1		2		73

	2016-10		2016-12		2017-02			2017-04			2017-06				
Espécie ou fontótipo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P1	P5	P8	P1	P5	P8	P9	Total
Scleruridae															
Sclerurus scansor	10	5	3			2	5	7	2					1	35
Dendrocolaptidae															
Dendrocincla turdina	2	6	10	1		7			3		3				32
Sittasomus griseicapillus	5	1	3	4	7	10	35	4	2	1	1	2	5	3	83
Xiphorhynchus fuscus	30	3	8	1	15	17	15	7	3	2	1	1	2		105
Xiphocolaptes albicollis		1													1
Xenopidae															
Xenops rutilans					2							1			3
Furnariidae															
Automolus leucophthalmus	5	4	14	10	7	10	14	4	1		5	1	3	1	79
Anabacerthia amautoris				1											1
Philydor atricapillus	21						3	2	1		1				28
Philydor rufum	9		2	24							4		1	1	41
Synallaxis ruficapilla									1			4	1		6
Synallaxis spixi													5		5
Pipridae															
Ilicura militaris	1		3	1						1		2		1	9
Chiroxiphia caudata	10	41	152	21	25	49	26	21	52	30	8	32	23	15	507
Tityridae															
Schiffornis virescens	39	5	6	2	9	12	14	5	3		6	2	3	3	111
Pachyramphus castaneus	2		103	1	33	7	6	2	4			2	1		164
Pachyramphus polychopterus	1		33	2											36
Cotingidae															
Carpornis cucullata	14	5													16
Procnias nudicollis	16	12	9					1				1			39

	2016-10		2016-12		2017-02			2017-04			2017-06				
Espécie ou fontótipo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P1	P5	P8	P1	P5	P8	P9	Total
Platyrinchidae															
Platyrinchus mystaceus	1								1			1	1	1	5
Platyrinchus leucoryphus													7		7
Rhynchocyclidae															
Phylloscartes kronei		2					4	1	6						13
Leptopogon amaurocephalus		1			2		3								6
Tolmomyias sulphurescens	2		21	5	11	22	14	4	23		2	4	1	3	112
Tyrannidae															
Camptostoma obsoletum		3													3
Myiopagis caniceps					4										4
Phyllomyias fasciatus		1													1
Phyllomyias griseicapilla									4						4
Tyrannus melancholicus		2			7										9
Attila phoenicurus	1		27	43			2								73
Attila rufus	16	14	64	39	16	30	9	5	5		8	1	1		211
Legatus leucophaius	1		12	4					1						18
Syristes sibilator								2	4			3	2	2	13
Pitangus sulphuratus			4		3				17						42
Myiodynastes maculatus		1	22	2	18	4									48
Megarynchus pitangua					2										2
Lathrotriccus euleri	21	26	27	73	5	21	2								175
Vireonidae															
Cyclarhis gujanensis					4	2									6
Hylophilus poicilotis	6	2	2		3			5			2	2			22
Vireo chivi	21	26	27	73	5	21	2								175
Corvidae															
Cyanocorax caeruleus									1						1

	2016-10		2016-12		2017-02			2017-04			2017-06				
Espécie ou fontótipo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P1	P5	P8	P1	P5	P8	P9	Total
Hirundinidae															
Pygochelidon cyanoleuca			12												12
Turdidae															
Turdus flavipes			40	40											80
Turdus rufiventris		5	72	3	58	5	5								148
Turdus amaurochalinus	2	5		21				2							30
Turdus albicollis	63	15	8		3	2	14	9	1	2	7	6	12	6	148
Parulidae															
Basileuterus culicivorus	27	50	8	14	6	27	8	22	23	6	18	13	25	32	279
Setophaga pitiauyumi	6	1		4	5	6		2	8			2		2	36
Thraupidae															
Pipraeidea melanonota			3	2											5
Stephanophorus diadematus		2	2	1											5
Tangara seledon												23	2	8	33
Tangara cyanocephala					23	3									26
Tangara desmaresti	3			2											5
Tangara cyanoptera	5		10	5		5	13							1	39
Tangara palmarum			5		5										10
Hemithraupis ruficapilla		3	10			5									18
Dacnis cayana	12	2	5		3	4	3	5	4		2	4	8	2	54
Coereba flaveola	9	4	3	1				2	2		3		1	1	26
Trichothraupis melanops	2							1				5			8
Tachyphonus coronatus	2	12	18	7	23	16		1	11			20	1	1	112
Cardinalidae															
Habia rubica	6	1	2					1	1		3	2		1	17

	2016-10		2016-12		2017-02			2017-04			2017-06				
Espécie ou fontótipo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P1	P5	P8	P1	P5	P8	P9	Total
Fringilidae															
Euphonia chlorotica			1												1
Euphonia violacea	1	1													2
Euphonia pectoralis	1														1
Aves não determinadas	69	50	136	85	89	83	64	73	82	42	97	74	50	45	1039
AMPHIBIA															3988
Bufonidae															
Rhinella sp.									75				49		124
Leptodactylidae															
Physalaemus nanus		52	90												142
Adenomera engelsii		170	180	170		25		1	27						573
Leptodactylus latrans	193	81	101	141		11									527
Hylidae															
Bokermannohyla hylax	164		3			142	140				1				450
Dendropsophus minutus			100		112		2		1						215
Boana bischoff		15	108		171				195			151			640
Boana faber			69		48		16								133
Scinax perereca			80		108	157						26			371
Brachycephalidae															
Ischnocnema henselli	45	1	7		9	3	13				6		2	21	107
Ischnocnema sp.	62	31	12	25	2	31									164
Hylodidae															
Hylodes aff. perplicatus	18	1	73	11		53	102								264
Cycloramphidae															
Proceratophrys boiei		85	40	7											132
Anfibios não determinados	63	5	22	2	5	3		2	4		11	11	17	1	

Espécie ou fontótipo	2016-10		2016-12		2017-02			2017-04			2017-06				Total
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P1	P5	P8	P1	P5	P8	P9	
INSECTA															7882
Diptera															
Diptera ft. 1			2		2								1		5
Diptera ft. 2	2		2										1		4
Diptera ft. 3					15			1							16
Diptera ft. 4			2			1									3
Dipteras não determinados															4
Orthoptera															
Orthoptera ft. 1													19	5	24
Orthoptera ft. 2	121	73	24	16				1			7	1	16	2	261
Orthoptera ft. 3	54	92	4		76	10	12	27	86	2	13	25	43	35	419
Orthoptera ft. 4	9		24	17		67	96								213
Orthoptera ft. 5	52													10	62
Orthoptera ft. 6				7	9	103	105	9	4			64	2		303
Orthoptera ft. 7	73	167			178			29	116	2	7	96	4	27	699
Orthoptera ft. 8			103								15				118
Orthoptera ft. 9								6				9	12	6	33
Orthoptera ft. 10	10				2			1		3				1	17
Orthoptera ft. 11			50		27										77
Orthoptera ft. 12					24		12	118		20					174
Orthoptera ft. 13	4										3		9	1	17
Orthoptera ft. 14					43			11	155			66			275
Orthoptera ft. 15	2		148	108	102	260	218	122	132	32	29	25		2	1180
Orthoptera ft. 16		114	102	51	25	153	119	74	3	31	54	39	67	92	924
Orthoptera ft. 17					98	2			16						116
Orthoptera ft. 18					15										15
Orthoptera ft. 19				70		13		114		13	12				225

Espécie ou fontótipo	2016-10		2016-12		2017-02			2017-04			2017-06				Total
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P1	P5	P8	P1	P5	P8	P9	
Orthopteras não classificados	9		21	4	17			14				8			73
HEMIPTERA															
Hemiptera ft. 1			3		109	20	5								137
Hemiptera ft. 2			11	10	9	64	92	9	16	2					213
Hemiptera ft. 3			17												14
Hemiptera ft. 4			8	19											27
Hemiptera ft. 5			20	224				1							245
Hemiptera ft. 6			2		2	3									7
Hemiptera ft. 7			3		41	109	35						3	3	194
Hemiptera ft. 8			29	21	41		27				1				119
Hemiptera ft. 9	1		15	2	29	83	4					4			138
Hemiptera ft. 10						108	53	4	40						205
Hemiptera ft. 11		1	23			2	31								57
Hemipteras não determinados			5		16	6		3	1						31
HIMENOPTERA															
aff. <i>Bombus</i> sp.					2										2
Estalos de asas															
<i>Wingclip</i> ft. 1		2	24	9	15			4	9	4		2	3		72
<i>Wingclip</i> ft. 2						34									34
<i>Wingclip</i> ft. 3			3		35	93		95	4	5		1	3	28	207
<i>Wingclip</i> ft. 4			2	25	21	26		65	3	11	116				269
<i>Wingclip</i> ft. 5						14					1		22	35	72
<i>Wingclip</i> ft. 6							4	5					11		20
<i>Wingclip</i> ft. 7				1											37
<i>Wingclip</i> ft. 8	11		62	98	95	112	38	14	2					2	434
<i>Wingclip</i> ft. 9			3	2											5
<i>Wingclip</i> ft. 10		1						1					2	1	5

Espécie ou fontótipo	2016-10		2016-12		2017-02			2017-04			2017-06				Total
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P1	P5	P8	P1	P5	P8	P9	
<i>Wingclip</i> ft. 11					19										19
<i>Wingclip</i> ft. 12	4							1				10			15
estalos de asas não classificados					5	11							1	1	18
Insetos não determinados			3			7							2		12
MAMMALIA															10
Cebidae															
<i>Sapajus nigritus</i>					2			1							3
Hominidae															
<i>Homo sapiens sapiens</i>			4	1				2							7
SONS NÃO DETERMINADOS															102
NC ft. 1	3	5	2	4				3	1	2	14	4	11	3	52
Biofonias não determinadas	5	4	6	4	1	3	1	6	2	2	2	4	7	2	50
GEOFONIAS															3087
Vento	16	8	58	34	6		6	2	43		8	63	27	18	289
Chuva	45	30	57	49	20	28	29	171	67	32	100	42	102	82	854
Trovões	1		3	2	14	11	14	1							46
Água corrente	26	1		432	432	43	53	43	432			432			1898
ANTROPOFONIAS															
Veículos terrestres								2				1			3
Avião (grande)	3	1	5	1	5	7	4		4		3	4	3	2	42
Avião (bimotor / teco-teco)					2	3	3								8
Roçadeira									8						8
Fogos de artifício	4	6													10
TOTAL	1560	1407	2717	1814	2699	2283	1566	1135	1781	253	607	1346	587	523	20274

Fonte: Autor

APÊNDICE B – Frequências dos fonótipos de ortópteros

A planilha 2 apresenta um resumo das frequências fundamentais apresentadas pelos ortópteros. A frequência fundamental consiste na frequência mais baixa apresentada pelo fonótipo.

Planilha 2 – Frequências fundamentais dos fonótipos de ortópteros

Orthoptera sp. 1	Menor frequência fundamental: 1.2KHz Maior frequência fundamental: 1.4KHz
Orthoptera sp. 2	Menor frequência fundamental: 1.9KHz Maior frequência fundamental: 2.2KHz
Orthoptera sp. 3	Menor frequência fundamental: 2.6KHz Maior frequência fundamental: 2.8KHz
Orthoptera sp. 4	Menor frequência fundamental: 2.9KHz Maior frequência fundamental: 3.6KHz
Orthoptera sp. 5	Menor frequência fundamental: 3.5KHz Maior frequência fundamental: 4.2KHz
Orthoptera sp. 6	Menor frequência fundamental: 4.0KHz Maior frequência fundamental: 5.0KHz
Orthoptera sp. 7	Menor frequência fundamental: 4.2KHz Maior frequência fundamental: 5.7KHz
Orthoptera sp. 8	Menor frequência fundamental: 4.3KHz Maior frequência fundamental: 5.3KHz
Orthoptera sp. 9	Menor frequência fundamental: 4.3KHz Maior frequência fundamental: 5.2KHz
Orthoptera sp. 10	Menor frequência fundamental: 4.6KHz Maior frequência fundamental: 4.9KHz
Orthoptera sp. 11	Frequência fundamental: 5KHz
Orthoptera sp. 12	Menor frequência fundamental: 5.1KHz Maior frequência fundamental: 5.4KHz
Orthoptera sp. 13	Menor frequência fundamental: 5.2KHz Maior frequência fundamental: 5.5KHz
Orthoptera sp. 14	Frequência fundamental: 5.4KHz
Orthoptera sp. 15	Menor frequência fundamental: 5.2KHz Maior frequência fundamental: 6.2KHz
Orthoptera sp. 16*	Menor frequência fundamental: 4.2KHz Maior frequência fundamental: 6.5KHz
Orthoptera sp. 17	Menor frequência fundamental: 7.2KHz Maior frequência fundamental: 8.8KHz
Orthoptera sp. 18	Menor frequência fundamental: 8.8KHz Maior frequência fundamental: 10.1KHz
Orthoptera sp. 19	Menor frequência fundamental: 12KHz Maior frequência fundamental: 13.5KHz

Fonte: Elaborada pelo autor (2018). *O fonótipo 16 inicialmente era separado em 2 fonótipos, sendo agregados posteriormente devido ao comportamento de estridulação igual.